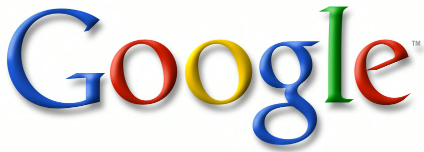


AGENDA
DU
CHIMISTE
1898



HACHETTE & Cie



A notre ami Monsieur Willm
Souvenir amical des auteurs

AGENDA

DU

CHIMISTE

36542. — PARIS, IMPRIMERIE LAHURE
9, rue de Fleurus, 9



PAUL SCHUTZENBERGER

1829-1897

Phot. Pirou — Héliog. Dujardin

AGENDA

DU

CHIMISTE

G. SALET, Fondateur.

PUBLIÉ PAR

CH. GIRARD,
Directeur du Laboratoire Municipal,

G. GRINER et A. PABST.



PARIS
LIBRAIRIE HACHETTE ET Cie
79, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 79

1898

ÉDITION DE 1898

Le **Supplément** contient les **Notices** suivantes :

1° **Paul Schutzenberger**, par M. CHARLES LAUTH ;

2° **Analyse qualitative des principales matières colorantes artificielles**, par M. AUGER ;

3° **Électrochimie**, par M. CHAUMAT.

L'édition de 1897 contenait les **Notices** suivantes :

1° *Alphonse Combes*, par M. CH. FRIEDEL ;

2° *Les oxydases*, par M. Gabriel BERTRAND ;

3° *L'examen chimique et l'estimation des huiles essentielles*, par MM. J. DUPONT et CHARABOT.

PRÉFACE

— 1877 —

Voici un petit livre qui rendra service aux chimistes. Ils y trouveront un nombre immense de renseignements patiemment extraits d'ouvrages volumineux, de mémoires épars, et condensés ici sous une forme concise dans 408 tableaux. Dans ces tableaux, chaque chiffre est un fait déduit d'expériences exactes, et les faits, on ne saurait assez le répéter, sont la base de la science. En dehors de ce terrain solide, nul guide pour l'expérimentation, nulle sécurité pour la théorie. C'est donc avec un soin tout particulier que les constantes expérimentales, accumulées avec ordre et méthode dans ces pages compactes, ont été triées, réunies, collationnées. Le lecteur y remarquera sans peine la correction et l'abondance des informations, la clarté des descriptions, la simplicité du plan.

L'opuscule est divisé en trois chapitres.

Le premier comprend les documents physiques et mathématiques, tels que la conversion des poids et mesures, la réduction des indications thermométriques, les coefficients de dilatation, les tensions de vapeur, les densités. On y consultera souvent des tables destinées à faciliter la correction des volumes gazeux et à abréger le calcul des densités de vapeur et du poids de l'air. On y trouve encore divers tableaux relatifs aux densités des solides, des liquides et des gaz. Les rapports qui existent entre les densités des solutions et leur richesse en corps dissous sont consignés dans de nombreux tableaux. Enfin, le chapitre se termine par quelques indications relatives aux mélanges réfrigérants, à la chaleur de combustion de quelques corps, aux points de fusion et d'ébullition d'un grand nombre de substances, aux indices de réfraction, aux pouvoirs rotatoires, etc.

e chapitre II contient des documents relatifs à la chimie e; en premier lieu, la liste des corps simples, avec l'indi-on de leurs symboles, de leurs équivalents, de leurs poids miques, de leurs chaleurs spécifiques. On y trouve ensuite renseignements nombreux et exacts sur l'analyse qualita-, sur l'analyse spectrale, sur l'analyse quantitative, avec tableaux destinés à abréger le calcul des analyses. Mais le rceau important est un résumé des propriétés physiques n très grand nombre de composés minéraux et organiques. noms, la composition, la solubilité dans les divers véhi-es, les densités, les points de fusion et les points d'ébullition t indiqués dans un tableau très complet, résumé succinct la chimie en ce qui concerne les propriétés mesurables des ps. Les dernières tables du chapitre contiennent les chiffres cernant la solubilité des principaux sels et autres corps im-tants, et les variations de cette solubilité en fonction de la ipérature.

e chapitre III contient des renseignements relatifs à la mie appliquée à l'industrie. Ce sont d'abord la description procédé hydrotimétrique pour l'analyse sommaire des eaux, indications diverses concernant la préparation des liqueurs ées, les essais alcalimétriques, les essais des métaux usuels, ncipalement de l'argent et de l'or, la composition de divers ages, la chlorométrie, et plus loin l'analyse du lait et de ine. Viennent ensuite des documents qui concernent di-ses industries, telles que verrerie, céramique, industrie des idres et matières explosives, des matières grasses, des su-s et fécules, des alcools, vins et vinaigres, des papiers et es textiles, des matières colorantes, etc.

Cette analyse rapide fait ressortir tout ensemble la variété le caractère pratique des documents rassemblés dans ce pe-livre, que les auteurs ont intitulé *Agenda du Chimiste*. Il bien nommé. Chimistes, physiciens, pharmaciens, essayeurs, tallurgistes, ingénieurs, tous ceux en un mot qui s'occu-

pent de travaux pratiques afférents à la chimie et qui ont à cœur de travailler sérieusement, selon le précepte *Age quod agis*, le consulteront avec fruit. C'est une œuvre collective dont les auteurs ont voulu garder l'anonyme; ils sont déjà connus du public scientifique, et celui qui écrit ces lignes les a vus, depuis des années, d'abord s'exercer et se former, puis prendre leur essor et s'élever autour de lui.

Paris, le 15 mai 1877.

AD. WURTZ.

PRÉFACE

DE L'ÉDITION DE 1878

En présentant au public l'*Agenda du Chimiste* pour 1878, nous devons le remercier de l'accueil bienveillant que l'édition de 1877 a reçu de lui. Notre petit livre a été au bout de peu de temps dans les mains de ceux pour qui il était fait; il a pénétré dans la plupart des laboratoires et des usines en France et à l'étranger, et nous espérons qu'il y a rendu quelques services. Il en rendra davantage d'année en année, grâce aux additions et aux modifications que nous lui ferons subir pour le maintenir au niveau de la science.

C'était au début un cahier manuscrit que les élèves de M. Wurtz consultaient à chaque instant; l'idée nous vint d'en faire un opuscule de format commode et de prix modique; M. HENNINGER voulut bien nous aider à en revoir et à en compléter les principales sections; MM. CH. GIRARD et PABST, qui s'occupaient au même instant d'un *Agenda* plus spécialement technique dont le besoin était signalé par plusieurs sociétés industrielles, entre autres par celle de Mulhouse, mirent obligeamment en commun leurs matériaux avec les nôtres. Un an après, l'*Agenda* de 1877 parut et au bout de trois mois un nouveau tirage devint nécessaire. Pour répondre à l'empres-

sement du public, nous sentons que notre devoir est de perfectionner constamment notre ouvrage; nous espérons ne pas y faillir.

Décembre 1877.

G. SALET.

PRÉFACE

DE L'ÉDITION DE 1897

Un nouveau deuil vient de nous frapper. Alphonse Combes, maître de Conférences à la Faculté des sciences de Paris, qui avait remplacé Georges Salet, le fondateur de l'*Agenda*, a été enlevé subitement dans toute la force de l'âge et en pleine possession de son talent. Nous sommes encore sous l'impression douloureuse de cette mort, qui fait perdre à la science française un de ses plus brillants représentants.

Nos lecteurs trouveront plus loin la Notice que M. Friedel consacre à la vie et à l'œuvre de son élève.

Bien que la collaboration d'Alphonse Combes fût de date récente, l'*Agenda* lui doit de nombreuses modifications.

Nous continuerons l'œuvre entreprise, et, nous inspirant des idées de notre ami, nous nous efforcerons de tenir cet ouvrage au courant des derniers progrès de la science.

G. GRINER.

CALENDRIER

POUR

1898

JANVIER

P. L. le 8. — *D. Q.* le 15. | *N. L.* le 22. — *P. Q.* le 29.

1	Sam.	CIRCONCISION.	
2	DIM.	s. Basile.	
3	Lundi.	ste Geneviève.	
4	Mardi.	s. Rigobert.	
5	Mercr.	ste Amélie.	
6	Jeudi.	ÉPIPHANIE.	
7	*Vend.*	**Soc. phys.**	
8	Sam.	s. Lucien.	
9	DIM.	s. Julien.	
10	Lundi	s. Guillaume.	
11	Mardi.	ste Hortense.	
12	Mercr.	ste Césarine.	
13	Jeudi.	*Bap. N.-S.*	
14	*Vend.*	**Soc. chim.**	
15	Sam.	s. Maur.	
16	DIM.	s. Marcel.	
17	Lundi.	s. Antoine.	
18	Mardi.	Ch. s. P. à R.	
19	Mercr.	ste Germaine.	
20	Jeudi.	ste Marthe.	
21	*Vend.*	**Soc. phys.**	
22	Sam.	s. Vincent.	
23	DIM.	s. Ildefonse.	
24	Lundi.	s. Babylas.	
25	Mardi.	Conv. s. Paul	
26	Mercr.	ste Victorine.	
27	Jeudi	ste Angèle.	
28	*Vend.*	**Soc. chim.**	
29	Sam.	s. F. de Sales.	
30	DIM.	ste Martine.	
31	Lundi.	s. Pierre Nola.	

FÉVRIER

P. L. le 6. — *D. Q.* le 14. | *N. L.* le 20. — *P. Q.* le 28.

1	Mardi.	s. Ignace.	
2	Mercr.	*Purification.*	
3	Jeudi.	s. Blaise.	
4	*Vend.*	**Soc. phys.**	
5	Sam.	ste Agathe.	
6	DIM.	*Septuagés.*	
7	Lundi.	s. Moïse.	
8	Mardi.	ste Irma.	
9	Mercr.	ste Apolline.	
10	Jeudi.	ste Scholast.	
11	*Vend.*	**Soc. chim.**	
12	Sam.	ste Eulalie.	
13	DIM.	*Sexagésime.*	
14	Lundi.	s. Énogat.	
15	Mardi.	s. Faustin.	
16	Mercr.	ste Julienne.	
17	Jeudi.	s. Théodule.	
18	*Vend.*	**Soc. phys.**	
19	Sam.	s. Gabin.	
20	DIM.	*Quinquagés.*	
21	Lundi.	s. Patère.	
22	Mardi.	*Mardi gras.*	
23	Mercr.	*Les Cendres.*	
24	Jeudi.	s. Pépin.	
25	*Vend.*	**Soc. chim.**	
26	Sam.	s. Nestor.	
27	DIM.	*Quadragés.*	
28	Lundi.	s. Romain.	

MARS

P. L. le 8. — *D. Q.* le 15. | *N. L.* le 22. — *P. Q.* le 30.

1	Mardi.	s. Aubin.	
2	Mercr.	s. Simplice.	
3	Jeudi.	ste Cunégond.	
4	*Vend.*	**soc. phys.**	
5	Sam.	s. Adrien.	
6	DIM.	*Reminiscere.*	
7	Lundi.	s. Th. d'Aq.	
8	Mardi.	s. Jean de Dieu	
9	Mercr.	ste Françoise.	
10	Jeudi.	s. Doctrovée.	
11	*Vend.*	**soc. chim.**	
12	Sam.	s. Pol, év.	
13	DIM.	*Oculi.*	
14	Lundi.	ste Mathide.	
15	Mardi.	s. Zacharie.	
16	Mercr.	s. Fabien.	
17	Jeudi.	ste Gertrude.	
18	*Vend.*	**soc. phys.**	
19	Sam.	s. Joseph.	
20	DIM.	*Lætare.*	
21	Lundi.	s. Benoît.	
22	Mardi.	ste Léa.	
23	Mercr.	s. Victorien.	
24	Jeudi.	s. Gabriel.	
25	*Vend.*	**soc. chim.**	
26	Sam.	s. Emmanuel.	
27	DIM.	PASSION.	
28	Lundi.	s. Gontran.	
29	Mardi.	s. Jonas.	
30	Mercr.	s. Pasteur.	
31	Jeudi.	s. Benjamin.	

AVRIL

P. L. le 6. — *D. Q.* le 13. | *N. L.* le 20. — *P. Q.* le 29.

1	*Vend.*	**Soc. phys.**	....
2	Sam.	s. Franç. de P.	....
3	DIM.	RAMEAUX.	....
4	Lundi.	s. Ambroise.	....
5	Mardi.	s. Vincent.	....
6	Mercr.	s. Célestin.	....
7	Jeudi.	s. Clotaire.	....
8	*Vend.*	**Soc. chim.**	....
9	Sam.	ste Marie E.	....
10	DIM.	PAQUES.	....
11	Lundi.	FÉRIÉ.	....
12	Mardi.	**séance de Pâq.**	....
13	Mercr.		....
14	Jeudi.	s. Tiburce.	....
15	Vend.	s. Maxime.	....
16	Sam.	s. Paterne.	....
17	DIM.	QUASIMODO.	....
18	Lundi.	s. Parfait.	....
19	Mardi.	ste Emma.	....
20	Mercr.	s. Marcelin.	....
21	Jeudi.	s. Léger.	....
22	*Vend.*	**Soc. chim.**	....
23	Sam.	s. Georges.	....
24	DIM.	s. Fidèle.	____
25	Lundi.	s. Marc.	....
26	Mardi.	s. Clet, p.	....
27	Mercr.	s. Frédéric.	....
28	Jeud.	s. Aimé.	....
29	Vend.	s. Pierre.	....
30	Sam.	s. Eutrope.	....

MAI

P. L. le 6. — *D. Q.* le 13. | . *N. L.* le 20. — *P. Q.* le 28.

1	DIM.	s. Phil. s. Jac.	
2	Lundi.	s. Athanase.	
3	Mardi.	Inv. ste Croix.	
4	Mercr.	ste Pélagie.	
5	Jeudi.	s. Pie V.	
6	*Vend.*	**Soc. phys.**	
7	Sam.	s. Stanislas.	
8	DIM.	s. Désiré.	
9	Lundi.	s. Grégoire.	
10	Mardi.	s. Antony.	
11	Mercr.	s. Florent.	
12	Jeudi.	s. Achille.	
13	*Vend.*	**Soc. chim.**	
14	Sam.	s. Boniface.	
15	DIM.	s. Isidore.	
16	Lundi.	ROGATIONS.	
17	Mardi.	s. Pascal.	
18	Mercr.	ste Euphrasie.	
19	Jeudi.	ASCENSION.	
20	*Vend.*	**Soc. phys.**	
21	Sam.	s. Hospice.	
22	DIM.	ste Julie.	
23	Lundi.	s. Didier.	
24	Mardi.	ste Angèle.	
25	Mercr.	s. Urbain.	
26	Jeudi.	s. Philip. N.	
27	*Vend.*	**Soc. chim.**	
28	Sam.	s. Olivier.	
29	DIM.	PENTECOTE.	
30	Lundi.	s. Ferdinand.	
31	Mardi.	ste Félicie.	

JUIN

P. L. le 4. — *D. Q.* le 11. | *N. L.* le 19. — *P. Q.* le 27.

1	Mercr.	s. Fortuné.	
2	Jeudi.	s. Pothin.	
3	*Vend.*	**soc. phys.**	
4	Sam.	s. Optat.	
5	DIM.	TRINITÉ.	
6	Lundi.	s. Claude.	
7	Mardi.	s. Havenne.	
8	Mercr.	s. Médard.	
9	Jeudi.	FÊTE-DIEU.	
10	*Vend.*	**soc. chim.**	
11	Sam.	s. Barnabé.	
12	DIM.	ste Olympe.	
13	Lundi.	s. Ant. de P.	
14	Mardi.	s. Rufin.	
15	Mercr.	ste Germaine.	
16	Jeudi.	s. Cyr.	
17	*Vend.*	**soc. phys.**	
18	Sam.	s. Amand.	
19	DIM.	s. Gerv. s. et P.	
20	Lundi.	s. Sylvère.	
21	Mardi.	ste Alice.	
22	Mercr.	s. Alban.	
23	Jeudi.	s. Félix.	
24	*Vend.*	**soc. chim.**	
25	Sam.	s. Prosper.	
26	DIM.	ste Héloïse.	
27	Lundi.	s. Crescent.	
28	Mardi.	ste Irénée.	
29	Mercr.	s. P. et s. P.	
30	Jeudi.	s. Martial.	

JUILLET

P. L. le 3. — *D. Q.* le 10. | *N. L.* le 18. — *P. Q.* le 26.

1 *Vend.*	**Soc phys.**	
2 Sam.	Visit. de N. D.	
3 DIM.	s. Anatole.	
4 Lundi.	ste Berthe.	
5 Mardi.	ste Zoé.	
6 Mercr.	s. Julien.	
7 Jeudi.	s. Elie.	
8 *Vend.*	**Soc. chim.**	
9 Sam.	ste Blanche.	
10 DIM.	ste Félicité.	
11 Lundi.	s. Anselme.	
12 Mardi.	s. Frédéric.	
13 Mercr.	s. Eugène.	
14 Jeudi.	FÊTE NAT.	
15 *Vend.*	**Soc. phys.**	
16 Sam.	ste Estelle.	
17 DIM.	s. Alexis.	
18 Lundi	s. Frédéric.	
19 Mardi.	s. Vincent de P.	
20 Mercr.	ste Marguerite	
21 Jeudi.	s. Victor.	
22 *Vend.*	**Soc. chim.**	
23 Sam.	ste Valentine.	
24 DIM.	ste Christine.	
25 Lundi	s. Christophe	
26 Mardi	ste Delphine.	
27 Mercr.	ste Nathalie.	
28 Jeudi.	s. Samson.	
29 Vend.	ste Marthe.	
30 Sam.	s. Ignace.	
31 DIM.	s. Germain l'A.	

AOUT

P. L. le 2. — *D. Q.* le 9. | *N. L.* le 17. — *P. Q.* le 24.
P. L. le 31.

1	Lundi.	ste Espérance.	
2	Mardi.	s. Alphonse.	
3	Mercr.	ste Lydie.	
4	Jeudi.	s. Dominique.	
5	Vend.	Inv. de s. Ét.	
6	Sam.	N.-D.d.Neiges.	
7	DIM.	Trans. de N.-S.	
8	Lundi.	s. Gaétan.	
9	Mardi.	s. Justin.	
10	Mercr.	s. Laurent.	
11	Jeudi.	ste Suzanne.	
12	Vend.	ste Claire.	
13	Sam.	s. Hippolyte.	
14	DIM.	s. Eusèbe.	
15	Lundi.	ASSOMPTION.	
16	Mardi.	s. Roch.	
17	Mercr.	s. Mammès.	
18	Jeudi.	ste Hélène.	
19	Vend.	s. Louis, év.	
20	Sam.	s. Bernard.	
21	DIM.	ste Jeanne.	
22	Lundi.	s. Symphor.	
23	Mardi.	s. Philippe.	
24	Mercr.	s. Barthélemy.	
25	Jeudi.	s. Louis.	
26	Vend.	s. Zéphyrin.	
27	Sam.	s. Joseph.	
28	DIM.	s. Augustin.	
29	Lundi.	Déc. de s. J.-B.	
30	Mardi.	ste Rose.	
31	Mercr.	s. Raymond.	

SEPTEMBRE

D. Q. le 7. — *N. L.* le 16. | *P. Q.* le 23. — *P. L.* le 29.

1	Jeudi.	s. Leu et s. Gil.	
2	Vend.	s. Étienne.	
3	Sam.	s. Lazare.	
4	DIM.	ste Rosalie.	
5	Lundi.	s. Laurent.	
6	Mardi.	ste Reine.	
7	Mercr.	s. Cloud.	
8	Jeudi.	NATIV. DE N.-D.	
9	Vend.	s. Omer.	
10	Sam.	s. Nicolas.	
11	DIM.	s. Hyacinthe.	
12	Lundi.	ste Pulchérie.	
13	Mardi.	s. Aimé.	
14	Mercr.	Exalt. ste Cr.	
15	Jeudi.	s. Nicodème.	
16	Vend.	s. Corn. et Cyp.	
17	Sam.	Stig. de s. Fr.	
18	DIM.	ste Sophie.	
19	Lundi.	s. Janvier.	
20	Mardi.	s. Eustache.	
21	Mercr.	s. Mathieu.	
22	Jeudi.	s. Maurice.	
23	Vend.	s. Lin.	
24	Sam.	N.-D. de Merci.	
25	DIM.	s. Firmin.	
26	Lundi.	ste Justine.	
27	Mardi.	ss. Côme et Da.	
28	Mercr.	s. Wenceslas.	
29	Jeudi.	s. Michel.	
30	Vend.	s. Jérôme.	

OCTOBRE

D. Q. le 7. — *N. L.* le 15. | *P. Q.* le 22. — *P. L.* le 29.

1	Sam.	s. Remi.	
2	DIM.	sts Anges gar.	
3	Lundi.	s. Denis l'Ar.	
4	Mardi.	s. Franç. d'As.	
5	Mercr.	s. Placide.	
6	Jeudi.	s. Bruno.	
7	Vend.	s. Serge.	
8	Sam.	ste Brigitte.	
9	DIM.	s. Denis.	
10	Lundi.	s. Franç. Borg.	
11	Mardi.	s. Nicaise.	
12	Mercr.	ste Wilfride.	
13	Jeudi.	s. Édouard.	
14	Vend.	s. Calixte.	
15	Sam.	ste Thérèse.	
16	DIM.	s. Léopold.	
17	Lundi.	ste Hedwige.	
18	Mardi.	s. Luc.	
19	Mercr.	s. Pierre d'Alc.	
20	Jeudi.	s. Jean Cant.	
21	Vend.	ste Ursule.	
22	Sam.	s. Mellon, év.	
23	DIM.	s. Hilarion.	
24	Lundi.	s. Raphaël.	
25	Mardi.	s. Crépin.	
26	Mercr.	s. Evariste.	
27	Jeudi.	s. Frumence.	
28	Vend.	s. Simon.	
29	Sam.	s. Narcisse.	
30	DIM.	s. Lucain.	
31	Lundi.	s. Quentin.	

NOVEMBRE

D. Q. le 6. — *N. L.* le 14. | *P. Q.* le 20. — *P. L.* le 28.

1	Mardi.	TOUSSAINT.	....
2	Mercr.	*Trépassés.*	....
3	Jeudi.	s. Hubert.	....
4	*Vend.*	**Soc. phys.**	....
5	Sam.	ste Berthil.	....
6	DIM.	s. Léonard.	....
7	Lundi.	s. Ernest.	....
8	Mardi.	stes Reliques.	....
9	Mercr.	s. Théodore.	....
10	Jeudi.	s. Juste.	....
11	*Vend.*	**Soc. chim.**	....
12	Sam.	s. René.	....
13	DIM.	s. Brice.	....
14	Lundi.	ste Philomène	....
15	Mardi.	ste Eugénie.	....
16	Mercr.	ste Agnès.	....
17	Jeudi.	s. Agnan.	....
18	*Vend.*	**Soc. phys.**	....
19	Sam.	ste Élisabeth.	________________________
20	DIM.	s. Edmond.	....
21	Lundi.	Prés. de N.-D	....
22	Mardi.	ste Cécile.	....
23	Mercr.	s. Clément.	....
24	Jeudi.	ste Flora.	....
25	*Vend.*	**Soc. chim.**	....
26	Sam.	s. Conrad.	....
27	DIM.	AVENT.	....
28	Lundi.	s. Sosthène.	....
29	Mardi.	s. Saturnin.	....
30	Mercr.	s. André.	....

DÉCEMBRE

D. Q. le 6. — *N. L.* le 13. | *P. Q.* le 20. — *P. L.* le 27.

1 Jeudi.	s. Eloi.	....
2 *Vend.*	**Soc. phys.**	....
3 Sam.	s. Fr. Xavier.	....
4 DIM.	ste Barbe.	....
5 Lundi.	s. Dalmace.	....
6 Mardi.	s. Nicolas.	....
7 Mercr.	s. Ambroise.	....
8 Jeudi.	IMMAC. CONC.	....
9 *Vend.*	**Soc. chim.**	....
10 Sam.	N.-D. de L.	....
11 DIM.	s. Daniel.	....
12 Lundi.	ste Constance.	....
13 Mardi.	ste Luce.	....
14 Mercr.	s. Nicaise.	....
15 Jeudi.	s. Irénée.	....
16 *Vend.*	**Soc. phys.**	....
17 Sam.	ste Olympe.	....
18 DIM.	s. Gatien.	....
19 Lundi.	s. Meuris.	....
20 Mardi.	ste Philom.	....
21 Mercr.	s. Thomas.	....
22 Jeudi.	s. Honorat.	....
23 *Vend.*	**Soc. chim.**	....
24 Sam.	ste Émilie.	....
25 DIM.	NOËL.	....
26 Lundi.	s. Étienne.	....
27 Mardi.	s. Jean, év.	....
28 Mercr.	ss. Innocents.	....
29 Jeudi.	s. Thom. de C.	....
30 Vend.	ste Colombe.	....
31 Sam.	s. Sylvestre.	....

AGENDA

DU

CHIMISTE

(1) ***Équivalents et poids atomiques employés dans l'Agenda.***

Corps simples.	Symbole.	Équivalent.	Poids atomique probable.	Corps simples.	Symbole.	Équivalent.	Poids atomique probable.
Aluminium.	Al	13,5	27	Magnésium.	Mg	12	24,3
Antimoine..	Sb	120	119,6	Manganèse .	Mn	27,5	54,9
Argent.....	Ag	108	107,7	Mercure....	Hg	100	200
Arsenic	As	75	75	Molybdène..	Mo	48	96
Azote	Az	14	14	Nickel	Ni	29,5	58,6
Baryum....	Ba	68,5	137	Or.........	Au	98,5	196,6
Bismuth....	Bi	208	208,4	Oxygène ...	O	8	16
Bore.......	Bo	11	10,9	Phosphore..	P	31	31
Brome	Br	80	79,8	Platine.....	Pt	98,5	194,4
Cadmium ..	Cd	56	111,7	Plomb.....	Pb	103,5	206,4
Calcium ...	Ca	20	40	Potassium..	K	39	39
Carbone ...	C	6	12	Silicium....	Si	14	28
Chlore	Cl	35,5	35,4	Sodium	Na	23	23
Chrome....	Cr	26	52	Soufre.....	S	16	32
Cobalt.....	Co	29,5	58,7	Strontium..	Sr	43,75	87,5
Cuivre.....	Cu	31,75	63,3	Thallium...	Tl	204	203,7
Etain	Sn	59	118	Titane	Ti	25	50
Fer........	Fe	28	56	Tungstène..	Tu	92	183,5
Fluor......	Fl	19	19	Uranium ...	U	60	239,0
Iode..... ..	I	127	126,5	Vanadium..	V	51,2	51,2
Lithium....	Li	7	7	Zinc.......	Zn	32,5	65

(2) *Poids atomiques des corps simples.*

Corps simples.	Symbole.	Erreur maxima.	Poids atomiques. Clarke.	Poids atomiques. Meyer et Seubert.	Poids atomiques. Van der Plaat.	Approximation.	Chaleur spécifique.	Dernières déterminations. H = 1
Aluminium...	Al	0,5	27,01	27,04	27,08	0,25	0,202	26,992 (Baubigny)
Antimoine ...	Sb		119,96	119,6	120,0	0,2	0,0495	120,293 (Bongarts)
Argent.......	Ag	0,05	107,67	107,66	107,93	0,01	0,0559	
Arsenic	As	0,5	74,92	74,9	75,0	0,3	0,083 (crist.).	
Argon	Ar							40 env. (Ramsay)
Azote.........	Az ou N	0,05	14,02	14,01	14,05	0,1		
Baryum......	Ba	0,5	136,76	136,86	137,1	0,1		
Bismuth......	Bi		207,52	207,5	208,0	0,3	0,0305	207,64 (Marignac)
Bore.........	Bo	0,1	10,94	10,9	11,0	0,1	0,366/233°	
Brome.......	Br	0,05	79,77	79,76	79,955	0,01	0,0843 (sol.)	
Cadmium	Cd	0,5	111,84	111,7	112,1	0,2	0,548	111,955 (Huntigton)
Calcium......	Ca	0,1	39,99	39,91	40,0	0,05	0,1804	
Carbone	C	0,05	11,97	11,97	12,005	0,005	0,459/985°	11,977 (Friedel)
Cérium	Ce		140,42	141,2	141,5	1	0,04479	
Césium	Cs	0,5	132,58	132,7	132,8	0,3		
Chlore.......	Cl	0,05	35,37	35,37	35,456	0,005		
Chrome......	Cr	1	52,01	52,45	52,3	0,3		52,09 (Baubigny)
Cobalt.......	Co	1	58,89	58,6	60,0	0,5	0,1067	58,74 (Zimmermann)
Cuivre.......	Cu	0,5	63,17	63,18	63,33	0,02	0,0968/247°	63,299 (Baubigny)
Décipium	De			171				
Didyme......	Di		144,57	145,0	145	3	0,04563	142,124 (Clève)
Erbium......	Er		165,89	166,0	166	2		
Étain........	Sn		117,7	117,35	181,1	0,1	0,0559	
Fer..........	Fe	0,1	55,91	55,88	56,0	0,05	0,1267/300°	56,0 (Baubigny)

Corps simples.	Symbole.	Erreur maxima.	Poids atomiques. Clarke.	Poids atomiques. Meyer et Seubert.	Poids atomiques. Van der Plaat.	Approximation.	Chaleur spécifique.	Dernières déterminations. H = 1
Fluor........	Fl	0,1	18,98	19,06	19,0	0,1		
Gallium......	Ga	0,5	68,85	69,9	70	1	0,079 (solide)	
Germanium ..	Ge					0,1		72,3 (Winckler)
Glucinium....	Gl	0,5	9,08	9,08	9,1	0,2	0,506/300^0	9,027 (Krüss et Mœcht)
Hélium	He							4,08 env. (Ramsay)
Hydrogène ...	H	base	1	1	1	0,005		
Indium.......	In	0,5	113,4	113,4	113,7	0,5	0,05695	
Iode	I	0,05	126,56	126,54	126,86	0,01	0,05412	
Iridium	Ir	0,5	192,5	192,65	193,0	0,2	0,0323	192,9 (Seubert)
Lanthane.....	La		138,5	138,53	138	2	0,04485	138,019 (Clève)
Lithium......	Li	0,1	7,01	7,01	7,02	0,01	0,9408	
Magnésium...	Mg	1	23,96	23.94	24,4	0,05	0,245	24,309-24,319 (Marignac)
Manganèse ...	Mn	1	53,91	54,8	55,0	0,1	0,1217	54,932 (Marignac)
Mercure......	Hg	0,5	199,71	199,3	200,1	0,2	0,03192 (sol.)	
Molybdène....	Mo	0,5	95,53	95,9	96,0	0,3	0,0659	96,18 (Rammelsberg)
Néodyme.....								140,8 (Ostwald)
Nickel	Ni	1	57,93	58,6	58,8	0,5	0,10916	58,557 (Zimmerman)
Niobium.....	Nb		93,81	93,7	94	2		
Or...........	Au	1	196,16	196,2	196,7	0,5	0,0316	196,8 (Thorpe et Laurie)
Osmium	Os			190,3			0,03113	191 (Seubert)
Oxygène	O	0,05	15,96	15,96	16	base		
Palladium....	Pd	1	105,74	106,2	106,5	1	0,0592/100^0	
Phosphore....	P	0,1	30,96	30,96	30,95	0,05	0,202/36^0	
Platine.......	Pt	0,5	194,41	194,3	194,9	0,2	0,0377/1000^0	194,85-194,41 (Seubert)
Plomb	Pb	0,1	206,47	206,39	206,91	0,05	0,0315/48^0	
Potassium....	K	0,05	39,03	39,03	39,144	0,01	0,1655	

Corps simples.	Symbole.	Erreur maxima.	Poids atomiques. Clarke.	Meyer et Seubert.	Van der Plaat.	Approximation.	Chaleur spécifique.	Dernières déterminations. H = 1
Praséodyme. .								143,6 (Ostwald)
Rhodium.	Rh	1	103,24	102,7		1	0,05803	
Rubidium. . . .	Rb	0,1	85,25	85,2	85,4	0,1		
Ruthénium. . .	Ru	1	101,3	101,4	101	1	0,0611	
Samarium. . . .	Sa			150,02	150	0,5		150,021 (Clève)
Scandium. . . .	Sc	0,5	43,89	43,97	44	0,5		43,97 (Nilson)
Sélénium.	Se	0,5	78,80	78,87	79	0,2	0,084 (crist.)	
Silicium	Si	1	28,19	28,0	28,0	0,1	0,203/232[0]	28,332 (Thorpe et Joung)
Sodium	Na	0,05	23,00	22,99	23,05	0,005	0,2934	
Soufre	S	0,05	31,98	31,98	32,06	0,01	0,1764	
Strontium. . . .	Sr	0,5	87,37	87,3	87,5	0,1		
Tantale	Ta		182,14	182,0	182,8	0,5		
Tellure	Te	1	124,7	125	125		0,0475	126,7 (Wills)
Thallium.	Tl		203,71	203,7	204,2	0,5	0,03355	
Thorium	Th		232	231,96	232,4	1		231,99 (Nilson)
Thullium.	Thu							129,8 (Ostwald)
Titane	Ti		47,85	48	48,1	0,1		
Tungstène. . . .	Tu	0,5	183,61	183,6	184,0	0,2	0,035	184,04 (Waddel)
Uranium.	U		239	238,8	240	1		
Vanadium	V	0,1	51,26	51,1	51,3	0,1		
Ytterbium. . . .	Yb		172,6	172,6	173	1		172,73 (Marignac)
Yttrium	Y		88,9	88,9	89	1		88,9 (Clève)
Zinc	Zn	1	65,14	65,1	65,3	0,1	0,0935	65,107 (Morse et Burton)
Zirconium. . . .	Zr		90,37	90,4	90,5	1	0,0660	

(3) Table de Mendéléeff.

Les éléments répartis en groupes naturels et en séries périodiques.

Groupes :	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Forme des composés :	RH (1) R^2O	RH^2 RO	RH^3 R^2O^3	RH^4 RO^2	RH^3 R^2O^5	RH^2 RO^3	RH R^2O^7	
Série 1 — 2	1 : H Li : 7	Gl : 9	Bo : 11	12 . C	14 : Az	16 : O	19 : Fl	
Série 3 — 4	23 : Na K : 39	24,3 : Mg Ca : 40	27 : Al Sc : 44	28 : Si Ti : 48	31 : P V : 51,3	32 : S Cr : 52	35,5 : Cl Mn : 55	Fe : 56. Co : 58,6. Ni : 58,6
Série 5 — 6	63 : Cu Rb : 85	65,3 : Zn Sr : 87,5	68,8 : Ga Y : 89,8?	72,3 : Ge Zr : 90	75 : As Nb : 94	79 : Se Mo : 95,5	80 : Br	Ru : 101. Rh : 103. Pd : 105,7
Série 7 — 8	108 : Ag Cs : 133	112 : Cd Ba : 137	113,4 : In La : 138,5	118 : Sn Cé : 140,5	120 : Sb Di : 146	125 : Te	127 : I Sm? 150?	
Série 9 — 10			159 ? Dp. Yb : 173		Ta : 182	W : 184		Os : 198 ? Ir : 192,5. Pt : 194,4
Série 11 — 12	196 : Au	200 : Hg	204 : Tl	206,5 : Pb Th : 233,4	208,2 : Bi	U : 239		

1. H ou Et, Me, etc.

CHAPITRE I

Documents physiques et mathématiques.

Section I. — Conversion des Mesures.

(4) *Réduction des mesures linéaires anciennes.*

Toise.	Mètre.	Pied.	Mètre.	Pouce.	Mètre.	Ligne.	Millimèt.
1	1,94904	1	0,32484	1	0,02707	1	2,256

1 toise = 6 pieds. 1 pied = 12 pouces. 1 pouce = 12 lignes.
1 ligne = 12 points.

10000 mètres	=	5130 toises	4 pieds	5 pouces	3,360 lignes
1000	=	513	0	5	3,936
100	=	51	1	10	1,6
10	=	5	0	9	4,959
1	=	0	3	0	11,296
0,1	=	0	0	3	8,330
0,01	=	0	0	0	4,433
0,001	=	0	0	0	0,4433

(On se sert ici des divisions décimales de la ligne.)

(5) *Réduction des mesures linéaires anglaises.*

Yards.	Mètres.	Feet (pieds).	Mètres.	Inches (pouces).	Mètres.
1	0,9144	1	0,3048	1	0,02540
2	1,8288	2	0,6096	2	0,05080
3	2,7431	3	0,9144	3	0,07620
4	3,6575	4	1,2192	4	0,10160
5	4,5719	5	1,5240	5	0,12700
6	5,4863	6	1,8287	6	0,15239
7	6,4007	7	2,1335	7	0,17779
8	7,3150	8	2,4383	8	0,20319
9	8,2294	9	2,7431	9	0,22859
10	9,1438	10	3,0479	10	0,25399
				11	0,27939
				12	0,30479

100 mètres	=	328 feet	1,08 inches,	ou 328,09 feet.
10	=	32	9,71	32,809
1	=	3	3,37	3,2809
0,1	=		3,937	
0,01	=		0,394	
0,001	=		0,039	

1 fathom = 2 yards. 1 yard = 3 feet. 1 foot = 12 inches.

(6) *Conversion en millimètres des hauteurs de baromètres anglais et français exprimées en pouces.*

Baromèt. anglais.			Baromèt. français.			Baromèt. anglais.			Baromèt. français.		
pouc.	dix.	mm	pouc.	lig.	mm	pouc.	dix.	mm	pouc.	lig.	mm
27	4	695,95	26	0	703,82	29	1	739,13	27	5	742,17
	5	698,49		1	706,07		2	741,67		6	744,42
	6	701,03		2	708,33		3	744,21		7	746,68
	7	703,57		3	710,59		4	746,75		8	748,94
	8	706,11		4	712,84		5	749,29		9	751,19
	9	708,65		5	715,10		6	751,83		10	753,45
28	0	711,19		6	717,36		7	754,37		11	755,70
	1	713,73		7	719,61		8	756,91	28	0	757,96
	2	716,27		8	721,86		9	759,45		1	760,22
	3	718,81		9	724,12	30	0	761,99		2	762,47
	4	721,35		10	726,38		1	764,53		3	764,73
	5	723,89		11	728,63		2	767,07		4	766,98
	6	726,43	27	0	730,89		3	769,61		5	769,24
	7	728,97		1	733,15		4	772,15		6	771,49
	8	731,51		2	735,40		5	774,69		7	773,75
	9	734,05		3	737,66		6	777,23		8	776,01
29	0	736,59		4	739,91		7	779,77		9	778,26

(7) *Réduction des anciennes mesures de surface et de capacité.*

Toise carrée.	Mètres carrés.	Toise cube.	Mètres cubes.	Pied carré.	Mètre carré.	Pied cube.	Mètre cube.
1	3,7987	1	7,4039	1	0,1055	1	0,03428

Pouce carré.	Centimèt. carrés.	Pouce cube.	Centimèt. cubes.	Setier.	Hectolit.
1	7,3278	1	19,8365	1	1,560

1 muid = 251 litres, 370, ou 36 veltes de 7 1/2 pintes.
1 boisseau = 13 litres.
1 pinte = 0 litre 931 ou 2 chopines ou setiers.
1 chopine = 0 litre 46 ou 4 poissons.
1 poisson = 0 litre 116 ou 4 roquilles.
1 roquille = 0 litre 029.
1 canon = 0 litre 200.

(8) *Réduction des mesures de capacité anglaises.*

Gallons.	Litres.	Pints.	Litres.	Fluid ounces.	Centimèt. cubes.	Cubic inches.	Centimèt. cubes.
—	—	—	—	—	—	—	—
1	4,54346	1	0,56793	1	28,3966	1	16,38618
2	9,08692	2	1,13586	2	56,7932	2	32,77235
3	13,63037	3	1,70380	3	85,1898	3	49,15853
4	18,17383	4	2,27173	4	113,5864	4	65,54470
5	22,71729	5	2,83966	5	141,9830	5	81,93088
6	27,26075	6	3,40759	6	170,3797	6	98,31706
7	31,80421	7	3,97552	7	198,7763	7	114,70323
8	36,34766	8	4,54346	8	227,1729	8	131,08941
9	40,89112	9	5,11139	9	255,5695	9	147,47558
10	45,43458	10	5,67932	10	283,9661	10	163,86176

1 mètre cube = 220,096677 gallons. 1 litre = 1,76077 pints.
1 litre = 61,02705 cubic inches.
1 gallon = 8 pints. 1 pint = 4,65923 cubic inches *ou* 20 fluid ounces.

(9) *Réduction des anciens poids.*

Livre.	Kilogr.	Marc.	Kilogr.	Once.	Gram.	Gros.	Gram.	Grain.	Gram.
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1	0,48951	1	0,244753	1	30,59	1	3,82	1	0,053

100 kilogram.	=	204 livres	4 onces	4 gros	59	grains.
10	=	20	6	6	63,5	
1	=	2	0	5	35,15	
100 grammes	=	0	3	2	11	
10	=	0	0	2	44	
1	=	0	0	0	19	

1 livre = 16 onces. 1 marc = 8 onces. 1 once = 8 gros.
1 gros = 72 grains.

(10) *Réduction des poids anglais.*

Troy Pounds.	Kilogr.	Avd. lbs.	Kilogr.	Troy oz.	Gram.	Grains.	Gram.
—	—	—	—	—	—	—	—
1	0,37324	1	0,45359	1	31,10350	1	0,06480
2	0,74648	2	0,90719	2	62,20699	2	0,12960
3	1,11973	3	1,36078	3	93,31049	3	0,19440
4	1,49297	4	1,81437	4	124,41398	4	0,25920
5	1,86621	5	2,26797	5	155,51748	5	0,32400
6	2,23945	6	2,72156	6	186,62098	6	0,38879
7	2,61269	7	3,17515	7	217,72447	7	0,45359
8	2,98594	8	3,62874	8	248,82797	8	0,51839
9	3,35918	9	4,08234	9	279,93146	9	0,58319
10	3 73242	10	4,53593	10	311,03496	10	0,64799

1000 kilogrammes = 19,6841 cwts (*hundred-weights*), ou 19 cwts 2 quarters 23 lbs.
100 = 1,9684 cwts (*hundred-weights*), ou 1 cwt 3 quarters 24,7 lbs.
10 = 22,04621 avd. lbs. (*avoir du poids pounds*).
1 = 2,20462 avd. lbs. ou 32,150727 troy oz (*ounces*).
100 grammes = 3,215073 troy oz (*troy ounces*).
10 = 154,32349 grains.
1 = 15,43235 grains.

1 ton = 20 cwts *quintaux* ou *hundred-weights*) = 1016^{kil}05
1 cwt = 112 lbs (*livres* ou *avoir du poids pounds* = 50^{kil}8024
1 lb. = 16 *avoir du poids ounces* = 7000 *grains*.
1 impérial troy pound ou livre troy = 12 *troy oz* ou *onces troy*, c'est-à-dire 96 *drams*, ou 288 *scruples* (poids médicinaux), ou 5760 *grains*.
1 troy oz se divise aussi en 20 *pennyweights* de chacun 24 *grains*, c'est-à-dire de 480 *grains*.

On emploie plus rarement l'*once avoir du poids*, qui vaut 28^{gr},34954. Le volume de l'once troy d'eau distillée pesée dans l'air avec des poids de cuivre est de 31^{cc},155 à 62° F et 30 pouces anglais de pression.

(11) *Poids et mesures russes.*

Longueur.	Valeur.	Poids.	valeur.
Verste (500 sagènes)..	1^{kil},067	Pfund............	409^{gr},511
Sagène (7 pieds)......	213^{c},356	Pud (40 pfund)....	16^{kil},380
Pied (anglais)........	30^{c} 479	Berkowetz (10 pud).	163^{kil},805
Archinne ($\frac{1}{3}$ de sagène).	71^{c},119	Le pfund se divise en 96 solotnik et ce dernier en 96 doli.	
Verchoc ($\frac{1}{16}$ de sagène).	4^{c},447		

(12) *Valeur en grammes des poids médicinaux de divers pays.*

	Livre.	Once.	Drachme ou gros.	Scrupule	Grain.
Angleterre...........	373,242	31,103	3,888	1,296	0,0648
Autriche.............	420,009	35,070	4,376	1,459	0,0729
Belgique et Hollande..	375,000	31,250	3,906	1,302	0,0651
Danem., Russie, Suisse.	357,669	29,805	3,725	1,241	0,0620
Espagne.............	344,822	28,735	3,592	1,197	0,0499
Piémont.............	331,961	27,663	3,458	1,153	0,0480
Prusse, Saxe (1).......	350,784	29,238	3,655	1,218	0,061
Suède..............	356,437	29,703	3,714	1,238	0,0619

La livre se divise partout en 12 onces; l'once en 8 gros; le gros en 3 scrupules. Celui-ci vaut en général 20 grains, sauf en Espagne et en Piémont où il en vaut 24.

(1) On emploie aussi le loth, ou demi-once, valant 14 gr. 619.

(13) LOGARITHMES

DES NOMBRES DE 1 A 1000. — 1er TABLEAU.

N.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D.
10	0 000	043	086	128	170	212	253	294	334	374	40
1	414	453	492	531	569	607	645	682	719	755	37
2	792	828	864	899	934	969	*004	*038	*072	*106	33
3	1 139	173	206	239	271	303	335	367	399	430	31
4	461	492	523	553	584	614	644	673	703	732	29
5	761	790	818	847	875	903	931	959	987	*014	27
6	2 041	068	095	122	148	175	201	227	253	279	25
7	304	330	355	380	405	430	455	480	504	529	24
8	553	577	601	625	648	672	695	718	742	765	23
9	788	810	833	856	878	900	923	945	967	989	21
20	3 010	032	054	075	096	118	139	160	181	201	21
1	222	243	263	284	304	324	345	365	385	404	20
2	424	444	464	483	502	522	541	560	579	598	19
3	617	636	655	674	692	711	729	747	766	784	18
4	802	820	838	856	874	892	909	927	945	962	17
5	979	997	*014	*031	*048	*065	*082	*099	*116	*133	17
6	4 150	166	183	200	216	232	249	265	281	298	16
7	314	330	346	362	378	393	409	425	440	456	16
8	472	487	502	518	533	548	564	579	594	609	15
9	624	639	654	669	683	698	713	728	742	757	14
30	771	786	800	814	829	843	857	871	886	900	14
1	914	928	942	955	969	983	997	*011	*024	*038	13
2	5 051	065	079	092	105	119	132	145	159	172	13
3	185	198	211	224	237	250	263	276	289	302	13
4	315	328	340	353	366	378	391	403	416	428	13
5	441	453	465	478	490	502	514	527	539	551	12
6	563	575	587	599	611	623	635	647	658	670	12
7	682	694	705	717	729	740	752	763	775	786	12
8	798	809	821	832	843	855	866	877	888	899	12
9	911	922	933	944	955	966	977	988	999	*010	11
N.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	

Cette table est extraite des *Tables de logarithmes* de M. J. Dupuis. Paris, Hachette et Cie.

LOGARITHMES

DES NOMBRES DE 1 A 1000. — 2e TABLEAU.

N.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D.
40	6 021	031	042	053	064	075	085	096	107	117	11
1	128	138	149	160	170	180	191	201	212	222	10
2	232	243	253	263	274	284	294	304	314	325	10
3	335	345	355	365	375	385	395	405	415	425	10
4	435	444	454	464	474	484	493	503	513	522	10
5	532	542	551	561	571	580	590	599	609	618	10
6	628	637	646	656	665	675	684	693	702	712	9
7	721	730	739	749	758	767	776	785	794	803	9
8	812	821	830	839	848	857	866	875	884	893	9
9	902	911	920	928	937	946	955	964	972	981	9
50	990	998	*007	*016	*024	*033	*042	*050	*059	*067	9
1	7 076	084	093	101	110	118	126	135	143	152	8
2	160	168	177	185	193	202	210	218	226	235	8
3	243	251	259	267	275	284	292	300	308	316	8
4	324	332	340	348	356	364	372	380	388	396	8
5	404	412	419	427	435	443	451	459	466	474	8
6	482	490	497	505	513	520	528	536	543	551	8
7	559	566	574	582	589	597	604	612	619	627	7
8	634	642	649	657	664	672	679	686	694	701	8
9	709	716	723	731	738	745	752	760	767	774	8
60	782	789	796	803	810	818	825	832	839	846	7
1	853	860	868	875	882	889	896	903	910	917	7
2	924	931	938	945	952	959	966	973	980	987	6
3	993	*000	*007	*014	*021	*028	*035	*041	*048	*055	7
4	8 062	069	075	082	089	096	102	109	116	122	7
5	129	136	142	149	156	162	169	176	182	189	6
6	195	202	209	215	222	228	235	241	248	254	7
7	261	267	274	280	287	293	299	306	312	319	6
8	325	331	338	344	351	357	363	370	376	382	6
9	388	395	401	407	414	420	426	432	439	445	6
N.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	

$$\log \pi = 0,49715$$

$$\log \frac{1}{\pi} = \bar{1},50285$$

LOGARITHMES

DES NOMBRES DE 1 A 1000. — 3e TABLEAU.

N.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D.
70	8 451	457	463	470	476	482	488	494	500	506	7
1	513	519	525	531	537	543	549	555	561	567	6
2	573	579	585	591	597	603	609	615	621	627	6
3	633	639	645	651	657	663	669	675	681	686	6
4	692	698	704	710	716	722	727	733	739	745	6
5	751	756	762	768	774	779	785	791	797	802	6
6	808	814	820	825	831	837	842	848	854	859	6
7	865	871	876	882	887	893	899	904	910	915	6
8	921	927	932	938	943	949	954	960	965	971	5
9	976	982	987	993	998	*004	*009	*015	*020	*025	6
80	9 031	036	042	047	053	058	063	069	074	079	6
1	085	090	096	101	106	112	117	122	128	133	5
2	138	143	149	154	159	165	170	175	180	186	5
3	191	196	201	206	212	217	222	227	232	238	5
4	243	248	253	258	263	269	274	279	284	289	5
5	294	299	304	309	315	320	325	330	335	340	5
6	345	350	355	360	365	370	375	380	385	390	5
7	395	400	405	410	415	420	425	430	435	440	5
8	445	450	455	460	465	469	474	479	484	489	5
9	494	499	504	509	513	518	523	528	533	538	4
90	542	547	552	557	562	566	571	576	581	586	4
1	590	595	600	605	609	614	619	624	628	633	5
2	638	643	647	652	657	661	666	671	675	680	5
3	685	689	694	699	703	708	713	717	722	727	4
4	731	736	741	745	750	754	759	763	768	773	4
5	777	782	786	791	795	800	805	809	814	818	5
6	823	827	832	836	841	845	850	854	859	863	5
7	868	872	877	881	886	890	894	899	903	908	4
8	912	917	921	926	930	934	939	943	948	952	4
9	956	961	965	969	974	978	983	987	991	996	4
N.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	

$$\log \frac{4}{3}\pi = 0,62209$$

$$\log \frac{1}{6}\pi = \bar{1},71900$$

(14) *Table des circonférences, cercles, carrés, cubes, racines carrées, racines cubiques, de 1 à 100.*

n.	Circonférence de diamètre n πn.	Surface du cercle de diamètre n $\frac{\pi n^2}{4}$.	Carré n^2.	Cube n^3.	Racine carrée. $\sqrt{n}$.	Racine cubique. $\sqrt[3]{n}$.
1	3,14	0,79	1	1	1,000	1,000
2	6,28	3,14	4	8	1,414	1,259
3	9,42	7,07	9	27	1,732	1,442
4	12,57	12,57	16	64	2,000	1,587
5	15,71	19,63	25	125	2,336	1,709
6	18,85	28,27	36	216	2,449	1,817
7	21,99	38,48	49	343	2,635	1,912
8	25,13	50,27	64	512	2,828	2,000
9	28,27	63,62	81	729	3,000	2,080
10	31,42	78,54	100	1000	3,162	2,154
11	34,56	95,03	121	1331	3,316	2,223
12	37,70	113,10	144	1728	3,464	2,289
13	40,84	132,73	169	2179	3,605	2,351
14	43,98	153,94	196	2744	3,741	2,410
15	47,12	176,71	225	3375	3,872	2,466
16	50,27	201,06	256	4096	4,000	2,519
17	53,41	226,98	289	4913	4,123	2,571
18	56,55	254,47	324	5832	4,242	2,620
19	59,69	283,53	361	6859	4,358	2,668
20	62,83	314,16	400	8000	4,472	2,714
21	65,97	346,36	441	9261	4,582	2,758
22	69,11	380,13	484	10648	4,690	2,802
23	72,26	415,48	529	12167	4,795	2,843
24	75,40	452,39	576	13824	4,898	2,884
25	78,54	490,87	625	15625	5,000	2,924
26	81,68	530,93	676	17576	5,099	2,962
27	84,82	572,56	729	19683	5,196	3,000
28	87,96	615,75	784	21952	5,291	3,036
29	91,11	660,52	841	24389	5,381	3,072
30	94,25	706,86	900	27000	5,477	3,107
31	97,39	754,77	961	29791	5,567	3,141
32	100,53	804,25	1024	32768	5,656	3,174
33	103,67	855,30	1089	35937	5,744	3,207
34	106,81	907,92	1156	39304	5,830	3,239
35	109,96	962,11	1225	42875	5,916	3,271

n.	Circonférence de diamètre *n* πn.	Surface du cercle de diamètre *n* $\frac{\pi n^2}{4}$.	Carré n^2.	Cube n^3.	Racine carrée $\sqrt{n}$.	Racine cubique. $\sqrt[3]{n}$.
36	113,10	1017,88	1296	46656	6,000	3,301
37	116,24	1075,21	1369	50653	6,082	3,332
38	119,38	1134,11	1444	54872	6,164	3,361
39	122,52	1194,59	1521	59319	6,244	3,391
40	125,66	1256,64	1600	64000	6,324	3,419
41	128,80	1320,25	1681	68921	6,403	3,448
42	131,95	1385,44	1764	74088	6,480	3,476
43	135,09	1452,20	1849	79507	6,557	3,503
44	138,23	1520,53	1936	85184	6,633	3,530
45	141,37	1590,43	2025	91125	6,708	3,556
46	144,51	1661,90	2116	97336	6,782	3,583
47	147,65	1734,94	2209	103823	6,855	3,608
48	150,80	1809,56	2304	110592	6,928	3,634
49	153,94	1885,74	2401	117649	7,000	3,659
50	157,08	1963,49	2500	125000	7,071	3,684
51	160,22	2042,82	2601	132651	7,141	3,708
52	163,36	2123,72	2704	140608	7,211	3,732
53	166,50	2206,18	2809	148877	7,280	3,756
54	169,65	2290,21	2916	157464	7,348	3,779
55	172,79	2375,83	3025	166375	7,416	3,802
56	175,93	2463,01	3136	175616	7,483	3,825
57	179,07	2551,76	3249	185193	7,549	3,848
58	182,21	2642,08	3364	195112	7,615	3,870
59	185,35	2733,97	3481	205379	7,681	3,892
60	188,50	2827,43	3600	216000	7,745	3,914
61	191,64	2922,47	3721	226981	7,810	3,936
62	194,78	3019,07	3844	238328	7,874	3,957
63	197,92	3117,24	3969	250047	7,937	3,979
64	201,06	3216,99	4096	262144	8,000	4,000
65	204,20	3318,31	4225	274625	8,062	4,020
66	207,34	3421,19	4356	287496	8,124	4,041
67	210,49	3525,65	4489	300763	8,185	4,061
68	213,63	3631,68	4624	314432	8,246	4,081
69	216,77	3739,28	4761	328509	8,306	4,101
70	219,91	3848,45	4900	343000	8,366	4,121
71	233,05	3959,19	5041	357911	8,426	4,140
72	226,19	4071,50	5184	373248	8,485	4,160
73	229,34	4185,39	5329	389017	8,544	4,179
74	232,48	4300,84	5476	405224	8,602	4,198
75	235,62	4417,86	5625	421875	8,660	4,217

n.	Circonférence de diamètre n πn.	Surface du cercle de diamètre n $\frac{\pi n^2}{4}$.	Carré n^2.	Cube n^3.	Racine carrée. $\sqrt{n}$.	Racine cubique. $\sqrt[3]{n}$.
76	238,76	4536,46	5776	438976	8,717	4,235
77	241,90	4656,62	5929	456533	8,774	4,254
78	245,04	4778,36	6084	474552	8,831	4,272
79	248,19	4901,67	6241	493039	8,888	4,290
80	251,33	5026,55	6400	512000	8,944	4,308
81	254,47	5153,00	6561	531441	9,000	4,326
82	257,61	5281,02	6724	551368	9,055	4,344
83	260,75	5410,61	6889	571787	9,110	4,362
84	263,89	5541,77	7056	592704	9,165	4,379
85	267,03	5674,50	7225	614125	9,219	4,396
86	270,18	5808,80	7396	636056	9,273	4,414
87	273,32	5944,68	7569	658503	9,327	4,431
88	276,46	6082,12	7744	681472	9,386	4,447
89	279,60	6221,14	7921	704969	9,433	4,464
90	282,74	6361,72	8100	729000	9,486	4,481
91	235,88	6503,88	8281	753571	9,539	4,497
92	289,03	6647,61	8464	778688	9,591	4,514
93	292,17	6792,91	8649	804357	9,643	4,530
94	295,31	6939,78	8836	830584	9,695	4,546
95	298,45	7088,22	9025	857375	9,746	4,562
96	301,59	7238,23	9216	884736	9,797	4,578
97	304,73	7389,81	9409	912673	9,848	4,594
98	307,88	7542,96	9604	941192	9,899	4,610
99	311,02	7697,69	9801	970229	9,949	4,626
100	314,16	7853,98	10000	1000000	10,000	4,642

Volume du prisme et du cylindre de base B et de hauteur h : Bh.

— de la pyramide et du cône : 1/3 Bh.

— du tronc de pyramide dont les bases parallèles sont B et B′ : $1/3\, h\,(B + B' + \sqrt{BB'})$.

Volume du tronc de cône dont les rayons des bases sont r et r' : $1/3\, h\pi\,(r^2 + r'^2 + rr')$.

Volume de la sphère du rayon $r = 1/2\, d$: $4/3\,\pi r^3 = 1/6\,\pi d^3$.

— du segment de sphère dont les rayons des bases parallèles sont r et r' : $\frac{1}{2}\pi\,(r^2 + r'^2)\,h + \frac{1}{6}\pi h^3$.

(15) *Valeur des inverses de* $1/n$ *et de* $\left(\frac{n}{100-n}\right)^2$ *pour la photométrie* (table **303**).

n	$1/n$	$\left(\frac{n}{100-n}\right)^2$	n	$1/n$	$\left(\frac{n}{100-n}\right)^2$	n	$1/n$	$\left(\frac{n}{100-n}\right)^2$
1	1		34	0,0294	0,245	67	0,0149	4,08
2	0,5		35	0,0286	0,289	68	0,0147	4,51
3	0,333		36	0,0278	0,316	69	0,0145	4,95
4	0,25		37	0,0270	0,344	70	0,0143	5,44
5	0,20		38	0,0263	0,377	71	0,0141	6,09
6	0,167		39	0,0256	0,408	72	0,0139	6,60
7	0,143		40	0,0250	0,445	73	0,0137	7,29
8	0,125		41	0,0244	0,483	74	0,0135	8,10
9	0,111		42	0,0238	0,524	75	0,0133	9,00
10	0,10		43	0,0233	0,568	76	0,0132	10,02
11	0,091		44	0,0227	0,618	77	0,0130	11,21
12	0,083		45	0,0222	0,669	78	0,0128	12,57
13	0,077		46	0,0217	0,724	79	0,0127	14,15
14	0,0714		47	0,0213	0,787	80	0,0125	16,00
15	0,0667	0,0311	48	0,0208	0,852	81	0,0123	18,1
16	0,0625	0,0362	49	0,0204	0,923	82	0,0122	20,8
17	0,0588	0,0419	50	0,020	1	83	0,0120	23,8
18	0,0556	0,0482	51	0,0196	1,08	84	0,0119	27,4
19	0,0526	0,0550	52	0,0192	1,16	85	0,0118	32,1
20	0,05	0,0625	53	0,0189	1,27	86	0,0116	36,5
21	0,0476	0,0706	54	0,0185	1,36	87	0,0115	44,7
22	0,0454	0,0795	55	0,0182	1,48	88	0,0114	
23	0,0435	0,0892	56	0,0179	1,63	89	0,0112	
24	0,0417	0,0992	57	0,0175	1,76	90	0,0111	
25	0,040	0,111	58	0,0172	1,90	91	0,0110	
26	0,0385	0,123	59	0,0169	2,07	92	0,0109	
27	0,0370	0,137	60	0,0167	2,25	93	0,0108	
28	0,0357	0,151	61	0,0164	2,41	94	0,0106	
29	0,0345	0,166	62	0,0161	2,66	95	0,0105	
30	0,0333	0,183	63	0,0159	2,98	96	0,0104	
31	0,0323	0,202	64	0,0156	3,15	97	0,0103	
32	0,0312	0,221	65	0,0154	3,46	98	0,0102	
33	0,0303	0,242	66	0,0151	3,76	99	0,0101	

(16) *Abrégé du système C. G. S.*

Selon ce système, proposé par l'Association Britannique et adopté par le Congrès international des Electriciens en 1881, la plupart des quantités dont on fait usage en mécanique et en physique s'expriment en fonction de trois unités fondamentales de *longueur*, de *masse* et de *temps*, qui sont le *Centimètre*, centième partie du mètre des Archives françaises, le *Gramme*, masse de la millième partie du kilogramme des Archives, la *Seconde*, $\frac{1}{86400}$ du jour solaire moyen.

Les multiples sont indiqués, comme dans le système métrique, par les préfixes *Déca*, *Hecto*, *Kilo*, *Myria*, *Déci*, *Centi*, *Milli*; mais on y a ajouté *Méga* (1 million de fois) et *Micro* (un millionième). Le mot *micromètre* est souvent remplacé par *micron* ou μ. Pour l'expression des nombres très grands ou très petits, au lieu d'employer une suite de zéros, on a l'habitude de considérer ces nombres comme le produit de deux facteurs dont l'un est une puissance de 10. Exemple: 40 millions de mètres s'écriront, non pas 40 000 000^{m}, mais 40×10^{6} ou 4×10^{7} (l'exposant de 10 est le nombre de zéros); de même 589,5 millionièmes de millimètre ne s'écriront pas 0^{m},000 000 5895, mais 589^{m},5 $\times 10^{-9}$ (l'exposant $^{-9}$ est le nombre de rangs dont il faut déplacer vers la gauche la virgule du facteur 589,5 pour écrire la fraction sous la forme décimale) ou, en prenant le centimètre comme unité, $589,5 \times 10^{-7}$.

Dyne. — C'est la *force* qui, agissant sur une masse 1 (1^{gr}) pendant le temps 1 (1^{sec}), lui imprime une vitesse 1 (1^{cm} par seconde). Cette force est toujours la même, tandis que le poids du gramme, ou l'effort fait par celui-ci sur un peson, varie avec l'intensité de la pesanteur. Lorsqu'un corps tombe dans le vide à Paris pendant 1 seconde, la pesanteur lui imprime une vitesse de g centimètres par seconde ($g = 981$). Si le corps tombant possède la masse du gramme, la force qui le sollicite sera donc de g dynes. La dyne vaut donc $\frac{1}{g}$ gramme, ou à Paris $\frac{1}{981}$ de gramme: un peu plus d'un milligramme. La Mégadyne vaut 1^{kil},019.

Erg. — Le *travail* produit par une force de 1 dyne pour un déplacement de 1 centimètre est l'*erg*. Cette unité est fort petite, puisqu'elle est voisine du travail développé par 1 milligramme tombant de 1 centimètre. Le meg-erg est environ le centième du kilogrammètre.

Watt. — Le travail produit dans l'unité de temps ou la *puissance* s'exprime en *ergs* par seconde. Le cheval-vapeur, qui vaut 75 kilogrammètres par seconde, a donc pour valeur $7,36 \times 10^{9}$ ergs par seconde. Dans la pratique industrielle, on a remplacé dernièrement le

cheval-vapeur par le *poncelet* de 100 kilogrammètres par seconde ou 9810 meg-ergs par seconde. En électricité, on a donné le nom de *watt* à 10 meg-ergs par seconde. Le cheval-vapeur vaut donc 736 watts. Le watt s'appelle encore *volt-ampère*, parce que c'est la puissance développée par un courant d'un ampère pour une chute de potentiel d'un volt.

CALORIE. — La *quantité de chaleur* nécessaire pour porter 1 gramme d'eau de 0^0 à 1^0 est la *calorie, petite calorie* ou *gramme degré*. La *grande calorie* (kilogramme degré) est 1 000 fois plus forte. En prenant J, équivalent mécanique de la chaleur, $=425$, on aura pour équivalent de 1 grande calorie 425 kilogrammètres ou 41 700 meg-ergs.

AMPÈRE. — Un *pôle magnétique d'intensité* 1 est celui qui repousse un pôle semblable placé à 1 centimètre avec une force égale à 1 dyne.

L'*intensité d'un courant* qui, roulé en forme d'arc de 1 centimètre de long, sur une circonférence de 1 centimètre de rayon, exerce une force de 1 dyne sur un pôle magnétique d'intensité 1 placé à son centre, est l'unité C. G. S. d'intensité. Dans la pratique, on prend une unité 10 fois plus faible, l'*ampère*, qui est l'intensité d'un courant produit par une force électromotrice de 1 volt dans un circuit de résistance égale à 1 ohm.

COULOMB. — La *quantité* d'électricité qui passe pendant 1 seconde dans un circuit traversé par un courant d'intensité égale à 1 unité C. G. S. est l'unité C. G. S. de quantité. On prend dans la pratique une unité 10 fois plus faible, le *coulomb*, qui est la quantité électrique débitée en 1 seconde par 1 ampère et qui correspond à l'électrolyse de 93,1 microgrammes d'eau. On appelle parfois la quantité débitée par 1 ampère en 1 heure (3600 coulombs) un *ampère-heure*.

VOLT. — Le travail produit par un courant est égal au produit de la quantité par la force électromotrice. L'unité C. G. S. de *force électromotrice* sera donc celle qui est nécessaire pour que l'unité de quantité développe 1 erg. En pratique, on prend une unité beaucoup plus forte : le *volt* $= 10^8$ unités C. G. S. Une pile Daniell a à peu près la force électromotrice d'un volt.

OHM. — On dit qu'un circuit a une *résistance* de 1 unité C. G. S. lorsqu'une différence de potentiel (force électromotrice) de 1 unité C. G. S. y fait naître un courant d'intensité 1 (C. G. S.). Si l'on prend l'intensité en ampères et la force électromotrice en volts, la résistance sera exprimée en *ohms* (1 ohm $= 10^9$ unités C. G. S.). Une colonne de mercure de 1 millimètre de section et de 106 centimètres de long offre à zéro la résistance d'un ohm.

FARAD. — Un conducteur qu'une quantité 1 (C. G. S.) charge au potentiel (force électromotrice) de 1 (C. G. S.), est dit avoir une *capacité électrique* 1 (C. G. S.). Exprime-t-on la quantité et la force électromotrice en coulombs et volts, la capacité sera exprimée en *farads* (1 farad $= 10^{-9}$ unités C. G. S.) Cette quantité est si grande, qu'on n'emploie que le microfarad $= 10^{-15}$ unités C. G. S.

Section II. — Thermométrie.

(17) *Réduction des degrés du thermomètre de Fahrenheit.*

Fahr.	Centigr.	Fahr.	Centigr.	Fahr.	Centigr.	Fahr.	Centigr.
°	°	°	°	°	°	°	°
— 40	— 40,00	— 4	— 20,00	33	0,56	70	21,11
— 39	— 39,44	— 3	— 19,44	34	1,11	71	21,67
— 38	— 38,89	— 2	— 18,89	35	1,67	72	22,22
— 37	— 38,33	— 1	— 18,33	36	2,22	73	22,78
— 36	— 37,78	0	— 17,78	37	2,78	74	23,33
— 35	— 37,22	1	— 17,22	38	3,33	75	23,89
— 34	— 36,67	2	— 16,67	39	3,89	76	24,44
— 33	— 36,11	3	— 16,11	40	4,44	77	25,00
— 32	— 35,56	4	— 15,56	41	5,00	78	25,56
— 31	— 35,00	5	— 15,00	42	5,56	79	26,11
— 30	— 34,44	6	— 14,44	43	6,11	80	26,67
— 29	— 33,89	7	— 13,89	44	6,67	81	27,22
— 28	— 33,33	8	— 13,33	45	7,22	82	27,78
— 27	— 32,78	9	— 12,78	46	7,78	83	28,33
— 26	— 32,22	10	— 12,22	47	8,33	84	28,89
— 25	— 31,67	11	— 11,67	48	8,89	85	29,44
— 24	— 31,11	12	— 11,11	49	9,44	86	30,00
— 23	— 30,56	13	— 10,56	50	10,00	87	30,56
— 22	— 30,00	14	— 10,00	51	10,56	88	31,11
— 21	— 29,44	15	— 9,44	52	11,11	89	31,67
— 20	— 28,89	16	— 8,89	53	11,67	90	32,22
— 19	— 28,33	17	— 8,33	54	12,22	91	32,78
— 18	— 27,78	18	— 7,78	55	12,78	92	33,33
— 17	— 27,22	19	— 7,22	56	13,33	93	33,89
— 16	— 26,67	20	— 6,67	57	13,89	94	34,44
— 15	— 26,11	21	— 6,11	58	14,44	95	35,00
— 14	— 25,56	22	— 5,56	59	15,00	96	35,56
— 13	— 25,00	23	— 5,00	60	15,56	97	36,11
— 12	— 24,44	24	— 4,44	61	16,11	98	36,67
— 11	— 23,89	25	— 3,89	62	16,67	99	37,22
— 10	— 23,33	26	— 3,33	63	17,22	100	37,78
— 9	— 22,78	27	— 2,78	64	17,78	101	38,34
— 8	— 22,22	28	— 2,22	65	18,33	102	38,89
— 7	— 21,67	29	— 1,67	66	18,89	103	39,44
— 6	— 21,11	30	— 1,11	67	19,44	104	40,00
— 5	— 20,56	31	— 0,56	68	20,00	105	40,56
		32	— 0,00	69	20,56	106	41,12

Pour les températures supérieures à 100° Fahr., on décomposera le nombre de degrés Fahr. en un nombre entier de centaines et en un reste. On ajoutera au chiffre des degrés centigrades correspondant à ce reste, et pris dans la table **17**, le nombre des degrés centigrades correspondant aux centaines entières et que l'on trouvera dans la table **18**.

Exemple: 674° Fahr. = 600 + 74

Le 74e degré Fahr. correspond à... 23°,33 centigr. (Table **17**.)
600 degrés Fahr. valent .... 333 ,33 centigr. (Table **18**.)

Le 674e degré Fahr. correspond donc à 356°,66 centigr.

(18) *Valeurs en degrés centigrades d'une différence de* 100, 200, etc.... *degrés Fahr.*

Fahr.	Centigr.	Fahr.	Centigr.	Fahr.	Centigr.	Fahr.	Centigr.
°	°	°	°	°	°	°	°
100	55,56	1000	555,56	1900	1055,56	2800	1555,56
200	111,11	1100	611,11	2000	1111,11	2900	1611,11
300	166,67	1200	666,67	2100	1166,67	3000	1666,67
400	222,22	1300	722,22	2200	1222,22	3100	1722,22
500	277,78	1400	777,78	2300	1277,78	3200	1777,78
600	333,33	1500	833,33	2400	1333,33	3300	1833,33
700	388,89	1600	888,89	2500	1388,89	3400	1888,89
800	444,44	1700	944,44	2600	1444,44	3500	1944,44
900	500,00	1800	1000,00	2700	1500,00	3600	2000,00

1° Fahr. = 0°,55556 centigr. 1° centigr. = 1°,800 Fahr.
5° centigr. = 9° Fahr.

Le 32e degré Fahr. correspond à 0° centigr. Le 212° à + 100° centigr.
Le degré 0 Fahr. correspond à — 17,78 centigr.

(19) *Réduction des degrés du thermomètre de Réaumur.*

Réaumur.	Centigr.	Réaumur.	Centigr.	Réaumur.	Centigr.	Réaumur.	Centigr.
°	°	°	°	°	°	°	°
1	1,25	6	7,50	11	13,75	16	20,00
2	2,50	7	8,75	12	15,00	17	21,25
3	3,75	8	10,00	13	16,25	18	22,50
4	5,00	9	11,25	14	17,50	19	23,75
5	6,25	10	12,50	15	18,75	20	25,00

Réaumur.	Centigr.	Réaumur.	Centigr.	Réaumur.	Centigr.	Réaumur.	Centigr.
0	0	0	0	0	0	0	0
21	26,25	36	45,00	51	63,75	66	82,50
22	27,50	37	46.25	52	65,00	67	83,75
23	28,75	38	47,50	53	66,25	68	85,00
24	30,00	39	48,75	54	67,50	69	86,25
25	31,25	40	50,00	55	68,75	70	87,50
26	32,50	41	51,25	56	70,00	71	88,75
27	33,75	42	52,50	57	71,25	72	90,00
28	35,00	43	53,75	58	72,50	73	91,25
29	36,25	44	55,00	59	73,75	74	92,50
30	37,50	45	56,25	60	75,00	75	93,75
31	38,75	46	57,50	61	76,25	76	95,00
32	40,00	47	58.75	62	77,50	77	96,25
33	41,25	48	60,00	63	78,75	78	97,50
34	42,50	49	61,25	64	80,00	79	98,75
35	43,75	50	62,50	65	81,25	80	100,00

1° Réaum. = 1,250 cent. 1° cent. = 0°,8 Réaum. 5° cent. = 4° Réaum.

0° Réaum. correspond à 0° cent.
80° Réaum. — à 100° cent.

(20) *Comparaison des thermomètres à mercure et à gaz avec le thermomètre à hydrogène.*

Therm. à hydrog.	Verre français. (Chappuis).	Verre français. (Marek).	Cristal français (Marek).	Verre normal d'Iéna (Marek).	Therm. à azote (Chappuis).	Therm. à acide carbonique (Chappuis).
0	0	0	0	0	0	0
—20	+ 0,172				+ 0,014	+ 0,171
—10	+ 0,073				+ 0,077	+ 0,032
0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
+10	— 052	— 044	— 060	— 056	— 006	0,025
20	— 085	— 073	— 100	— 091	— 01	— 043
30	— 102	— 091	— 125	— 109	— 011	— 054
40	— 107	— 098	— 134	— 111	— 011	— 059
50	— 103	— 096	— 132	— 102	— 009	— 059
60	— 090	— 086	— 118	— 086	— 005	— 053
70	— 072	— 070	— 096	— 064	— 001	— 044
80	— 050	— 050	— 068	— 041	— 001	— 030
90	— 026	— 026	— 035	— 018	— 003	— 016
100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

(21) *Réduction des températures marquées par un thermomètre à mercure à celle qu'indiquerait un thermomètre à air.*

T = degrés lus sur un thermomètre à mercure A construit en verre ou en cristal.
t = degrés correspondants du thermomètre à air, dans le cas où A est en *cristal*.
t' = degrés correspondants du thermomètre à air, dans le cas où A est en *verre*.

T	t	t'	T	t	t'
100°	100°	100°	230°	227°,91	230°,15
110	109,95	110,02	240	237,55	240,10
120	119,88	120,05	250	247,13	249,95
130	129,80	130,09	260	256,71	259,80
140	139,73	140,15	270	266,27	269,63
150	149,60	150,20	280	275,77	279,49
160	159,49	160,26	290	285,20	289,22
170	169,36	170,32	300	294,61	298,95
180	179,21	180,37	310	303,99	308,60
190	189,01	190,37	320	313,29	318,26
200	198,78	200,30	330	322,51	327,74
210	208,51	210,25	340	331,61	337,17
220	218,23	220,20	350	340,62	346,35

(22) *Emploi de la lunette pyrométrique de M. Le Châtelier pour l'évaluation des températures élevées.*

Cet appareil, modification du photomètre à œil de chat de M. Cornu, permet d'amener à égalité l'intensité de deux lumières, l'une constante au moins pendant la durée de l'opération, l'autre visée à travers un système de verres absorbants et d'un diaphragme à ouverture carrée variable entre certaines limites. On n'emploie que la partie rouge du spectre, le reste étant absorbé par un verre convenable (celui qui sert à faire les lanternes photographiques).

On détermine une fois pour toutes le coefficient d'absorption K d'un des verres absorbants. Pour cela, la lampe a essence minérale de l'appareil étant allumée depuis dix minutes, on vise une source lumineuse d'un éclat tel, que l'on puisse égaliser la teinte des deux demi-disques en manœuvrant l'œil de chat seulement. Soit N le nombre de divisions alors marqué par celui-ci. On interpose le verre absorbant et l'on constate que l'égalité des teintes est maintenant obtenue pour la division N'. On a

$$\left(\frac{N'}{N}\right)^2 = K.$$

Pour faire une mesure d'intensité lumineuse, on vise la source et on obtient l'égalité de teinte des demi-disques à l'aide de p verres absorbants et de n divisions de l'œil du chat. On vise alors la flamme de la lampe étalon à l'acétate d'amyle ou simplement celle d'une bougie stéarique et on obtient l'égalité des teintes avec n' divisions de l'œil de chat. Si on a dû modifier le tirage de la lunette pour ces deux

déterminations à cause de la différence de distance des sources, on cherche sur le tube les distances focales f et f' correspondant aux deux opérations. On a dès lors

$$I = \left(\frac{n'}{n}\right)^2 \left(\frac{f}{f'}\right)^2 \left(\frac{1}{K}\right)^p.$$

L'intensité 1 correspond à l'éclat du charbon à la température de la flamme $t = 1250$ environ, Les autres intensités correspondent aux températures indiquées dans la table **23**, pourvu que le corps lumineux soit noir (charbon ou Fe^3O^4, ce dernier recouvrant le fer aux températures élevées). La table a été construite à l'aide de la formule

$$I = 10^{6,7} . T^{-\frac{3210}{T}}$$

ou

$$\log I = 6,7 - \left(\log T \times \frac{3210}{T}\right).$$

Cette formule, dans laquelle $T = t + 273$, a été établie par comparaison avec les données du pyromètre thermoélectrique. Il est possible qu'elle soit modifiée par des recherches ultérieures, mais l'instrument est dès à présent d'un usage pratique.

(23) *Intensités lumineuses d'un corps parfaitement noir.*

Intensités relatives.	Temp. centig.	Intensités relatives.	Temp. centigr.	Intensités relatives.	Temp. centigr.	Intensités relatives.	Temp. centigr.
0,00008	600°	0,078	1000°	3,35	1400°	39.0	1800°
0,00073	700	0,24	1100	6,7	1500	60,0	1900
0,0046	800	0.64	1200	12,6	1600	93,0	2000
0,020	900	1,63	1300	22.4	1700	1800	3000

(24) *Correction des points d'ébullition* (CRAFTS).

Les corps ayant à peu près le même point d'ébullition et appartenant à la même famille chimique subissent, dans les limites de variation de la pression atmosphérique, les mêmes abaissements ou élévations du point d'ébullition.

De là résulte que, pour ramener le point d'ébullition à la pression de 760 millimètres, il suffit d'employer les corrections indiquées pour la substance dont le point d'ébullition est le plus rapproché de celui du corps étudié. Exemple : On a trouvé pour la diphénylamine :

Température d'ébullition sous la pression de 721^{mm} :	301°,7
Correction prise dans la colonne Benzophénone	2°,26
	303°,96

Une détermination, faie au thermomètre à air, donne 303°,9

L'erreur est inférieure à 0°,1.

Les corrections sont déduites d'expériences faites au thermomètre à air (ou hydrogène) par Regnault (R), Ramsay et Young (R + Y) et Crafts (C).

Pression en mm.	R Eau.	R Alcool éthylique.	C Alcool propylique.	C Alcool amylique.	C Oxalate de méthyle.	R + Y Salicylate de méthyle.	C Anhydride phtalique.	C Phénol.	R + Y Aniline.
720	+1,50	+1,36	+1,52	+1,65	+1,87	+2,31	+2,71	+2,00	+2,09
725	1,31	1,18	1,33	1,44	1,63	2,01	2,35	1,75	1,82
730	1,12	1,01	1,13	1,23	1,39	1,72	1,99	1,49	1,55
735	0,93	0,84	0,94	1,02	1,16	1,43	1,64	1,23	1,29
740	0,74	0,67	0,75	0,81	0.92	1,14	1,31	0,97	1,03
745	0,56	0,50	0,56	0,61	0,69	0,86	0,98	0,74	0,78
750	0,37	0,33	0,37	0,40	0,46	0,57	0,65	0,49	0,52
755	0,18	0,17	0,19	0,20	0,23	0,28	0,32	0,25	0,26
760	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
765	−0,18	−0,16	−0,18	−0,20	−0,23	−0,28	−0,30	−0,25	−0,25
770	−0,36	−0,32	−0,37	−0,39	−0,45	−0,56	−0,60	−0,49	−0,50
Pt. Éb. (H=760)	100	78	97	130	164	223	286	183	184

Pression en mm.	C Acétone.	C Benzophénone.	C Sulfobenzide.	C Anthraquinone.	R Sulfure de carbone.	R Bromure d'éthylène.	R Benzène.	R + Y Chlorobenzène.	C Métaxylène.
720	+1,56	+2,59	+2,73	+3,01	+1,66	+1,93	+1,73	+2,01	+2,08
725	1,34	2,26	2,38	2.62	1,45	1,69	1,50	1,76	1,80
730	1,16	1,93	2,03	2,24	1,24	1,45	1,27	1,49	1,53
735	0,97	1,60	1,79	1,86	1,03	1,20	1.06	1,23	1,26
740	0,77	1,27	1,34	1,48	0,83	0,96	0,84	0,98	1.00
745	0,58	0,95	1,00	1,11	0,62	0,72	0,63	0,73	0,74
750	0,38	0,64	0,67	0,74	0,41	0,48	0,42	0,48	0,49
755	0,19	0,32	0,33	0,37	0,20	0,24	0,21	0,23	0,24
760	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
765	−0,19	−0,32	−0,32	−0,37	−0,20	−0,24	−0,21	−0,23	−0,23
770	−0,38	−0,63	−0,65	−0,73	−0,40	−0,48	−0,42	−0,47	−0,46
Pt. Éb. (H=760)	57	306	379	377	46	132	80	132	139

Pression en mm.	R + Y Bromobenzène.	R Essence de térébenthine.	C Naphtalène.	C Diphénylmethane.	R + Y Naphtalène bromé.	C Anthracène.	C Triphénylmethne.
720	+ 2,12	+ 2,28	+ 2,38	+ 2,69	+ 2,59	+ 2,74	+ 2,78
725	1,85	1,99	2,07	2,34	2,26	2,39	2,41
730	1,58	1,70	1,77	2,00	1,94	2,04	2,05
735	1,31	1,42	1,47	1,66	1,61	1,69	1,71
740	1,05	1,13	1,18	1,33	1,28	1,35	1,36
745	0,79	0,85	0,88	0,99	0,96	1,01	1,02
750	0,52	0,56	0,59	0,66	0,64	0,67	0,68
755	0,26	0,28	0,29	0,33	0,32	0,33	0,34
760	0 00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
765	— 0,26	— 0,28	— 0,29	— 0,33	— 0,32	— 0,33	— 0,34
770	— 0,51	— 0,56	— 0,58	— 0,66	— 0,63	— 0,66	— 0,67
Pt. Éb. (H=760)	156	159	218	265	280	343	353

Section III. — Dilatation.

(25) *Coefficients de dilatation linéaire de quelques solides entre 0° et 100°.*

Corps.	Coeffic.	Corps.	Coeffic.
Corps simples.	0,0000	*Corps simples.*	0,0000
Aluminium............	2336	Carbone anthracite (Pensylvanie)........	1996
— à 600°......	3150	— charbon de Charleroi	2811
Antimoine cristallisé (c. moyen)...	1158	Cobalt................	1244
Argent..............	1936	Cuivre................	1666
— à 900°..	2050	— de 0° à 300°....	1883
Bismuth cristallisé (c. moyen)............	1374	— à 1000°...	2000
Cadmium............	3159	Étain.................	2269
Carbone (diamant).....	0132	Fer doux (pour électro-aimants)............	1228
— (charbon de cornue)	0551	Fer doux en fil........	1440
— graphite de Batongol)...........	0796	Fonte grise...........	1075
		— à 1000°........	1750

Corps.	Coeffic.	Corps.	Coeffic.
Corps simples.	0,0000	*Alliages, bois, composés*	
Fer forgé (laminé).....	1140	*divers.*	0,0000
Fer forgé de 100° à 300°.	1330	Alliage Ag 716, Cu 284..	1904
Acier fondu trempé....	1362	Bromure d'argent fondu.	3469
— recuit.....	1113	Bois de sapin en long...	0370
Acier fondu angl. recuit.	1110	— — en travers.	0580
Acier dur.............	1400	— ébène en long.....	0970
Magnésium............	2762	Bronze	
Nickel à 50°...........	1286	— 86,3 Cu, 9,7 Sn, 4 Zn.	1802
— à 1000°.........	1820	— Cu 8, Sn 1.........	1816
Or..................	1470	— 81,2 Cu + 8,6 Zn +	
Palladiun forgé recuit..	1186	+ 9,9 Sn + 0,2 Pb.	1802
Phosphore de 0° à 40°.	0,0001253	— phosphoreux : dur	
Platine à 50°..........	0907	97,6 Cu, 2,2 Sn 0,2 Pb	1712
— à 1000°........	1130	— 94,6 Cu, 4,8 Sn 0,7 Pb	1749
Plomb................	2799	Chlorure d'argent fondu.	3293
— vers 300°........	2947	Cuivre jaune (laiton)...	1879
Sélénium fondu........	3792	— — Cu 2 + Zn 1	2058
Soufre cristallisé, coeffic.		— — Cu 3 + Zn 1	2144
moyen à 50°........	6748	Glace de — 27 à 2°....	5140
Zinc..................	2269	Iodure d'argent fondu..	0139
Alliages, bois, composés		Iodure de plomb fondu.	3360
divers.		Marbre blanc de Carrare.	0848
Alliage des miroirs de té-		— noir de Galway.	0445
lescope........	1933	— de Saint-Béat...	0418
— des caractères d'im-		Pierre à bâtir (St-Leu)..	0649
primerie.......	2035	— (Vernon-sur-Seine).	0430
— platine iridié		— calcaire blanc.....	0251
1 Pt + 0,1 Ir	0883	— granit............	0896
— Pb.2, Sn1.........	2505	Porcelaine de Bayeux	
— Pb.7, Sn1.	2806	20° à 800°......	0413
— Au 645, Ag 355....	1638	— 1000° à 1400°.....	0550
— Au 879, Ag 121....	1433	— vers 1500°........	0666
— Au 666, Ag 334.....	1552	Sel gemme (0° à 80°)..	4039

(26) *Coefficient de dilatation cubique du mercure.*

Coefficient de dilatation apparente dans le verre $\frac{1}{6480} = 0,0001544$

— — absolu de 0° à 100° $\frac{1}{5550} = 0,00018018$

— — — de 100° à 200° $= 0,00018094$

— — de 200° à 300° $= 0,00018129$

(27) *Coefficient de dilatation cubique du verre de* 0 *à* 100^0

Verre.	Coeffic.	Verre.	Coeffic.
	0,0000		0,0000
Verre blanc à base de soude.	2584	Cristal de Choisy-le-Roi	1902 à 2602
— — potasse	2285	Flint anglais..........	2435
— soude et potasse.	2547	— français.........	2616
Verre vert franç. en tubes	2299	— d'Iéna $N_0 = 1,613$.	2193
Verre peu fusible français (en tubes)......	2142	Crown Glass d'Iéna $N_0 = 1,516$..........	2601
Verre ordinaire.......	2431 à 2758	Verre normal d'Iéna pour thermomètres...	2430
Verre à glaces de St-Gobain.............	2673	Verre tendre de Thuringe..............	2814

(28) *Coefficient de dilatation cubique du verre* (Regnault).

Intervalle de tempér.	Cristal de Choisy-le-R.	Verre ordinaire.	Intervalle de tempér.	Cristal de Choisy-le-R.	Verre ordinaire.
	0,0000	0,0000		0,0000	0,0000
0^0 à 50^0..	227	2687	0^0 à 200^0..	231	2908
100.00	228	2761	250...	232	2982
150...	230	2835	300...	233	3056

(29) *Détermination de la dilatation des liquides.*

On détermine le poids d'un thermomètre calibré vide (π), plein de mercure à zéro jusqu'à la division a près du réservoir ($\pi + P$), plein de mercure à zéro jusqu'à la division b, au haut de la tige ($\pi + P + p$). Soit $n = b - a$ et $D =$ la densité du mercure à zéro. On a $\frac{P}{D} =$ volume du réservoir jusqu'à a à zéro; $\frac{p}{nD} =$ volume d'une division à zéro; il est donc facile de connaître le volume à zéro d'une portion quelconque de l'instrument. Une certaine quantité de mercure occupant à zéro le volume v, occupe à t^0 un volume calculé $v\,(1 + Kt)$; il atteint alors la division x, qui à zéro correspond au volume v'. On a $v\,(1 + Kt) = v'\,(1 + \delta_t)$, δ_t étant la dilatation du verre de l'instrument de zéro à t^0: on connaît donc δ_t. Répétant l'expérience avec le liquide à zéro et à t^0, on a $V'\,(1 + \delta_t) = V\,(1 + X_t)$, X_t étant la dilatation du liquide de zéro à t^0.

(30) *Coefficients de dilatation de quelques liquides et de quelques solutions. Coefficient moyen de 0 à 100°.*

Formule $V_t = V_0 (1 + at + bt^2 + ct^3)$.

Nom des corps.	Intervalles de température.	*a*	*b*	*c*	Coefficient moyen de 0 à 100°.
		0,00	0,00000	0,0000000	0,00
Acétate d'amyle.....	0° à 124°	+ 11501	— 00904	+ 13015	12712
— d'éthyle.....	0—75	12738	+ 21914	11787	16109
— de méthyle..	7—54	12785	49742	35562	16262
Acétone............	0—54	13240	38090	— 08798	16160
Acide acétique......	16—107	10630	— 01263	+ 10876	11591
— azotique D = 1,40.........	0—100				11000
Acide butyrique (iso)	16—118	09763	+ 23976	— 03214	11839
— — (norm.)	16—132	10296	08310	+ 03590	11486
— caproïque....	15—155	09441	06836	02659	10391
— chlorhydrique $HCl + 6,25\ H^2O$..	0—33	04460	04300		04890
$HCl + 50\ H^2O$..	0—33	00625	87100		09335
$HCl + 200\ H^2O$..	0—32	00153	97680		09921
Acide formique (éb. 105°,3)..........	5—104	09927	06251	05965	11149
Acide propionique..	0—133	10396	15487	00430	11988
— sulfurique SO^4H^2	0—30	05758	— 08640		04894
— $SO^4H^2 + 50 H^2$.	0—30	02835	+ 51600		07995
— — $+ 100 H^2$.	0—29	01450	82860		09736
— — $+ 200 H^2$.	0—27	00333	0,00001003		10363
— valérique norm.	8—144	09756	06185	03038	10678
Alcool amylique (de fermentation).....	113—132	09192	— 04614	17533	10484
Alcool benzylique...	0—100	07873	+ 05130	02725	08658
— butylique (norm.)	6—108	08375	28634	— 01241	11114
— éthylique $D_0 = 0,8095$...	0—80	10414	07836	+ 17620	
— méthylique.....	0—61	11342	13635	08741	13580
— propylique (iso).	0—83	10435	04430	27274	13605
— — (norm.)	0—94	07743	49689	— 14069	11305
Aldéhyde benzylique	0—152	09402	— 08204	+ 08060	09388
— éthylique..		15464	+ 69745		
Aniline............	7—154	08173	09191	00628	09155
Azotate d'éthyle....	9—72	11290	47915	— 18413	14240
Benzène...........	11—81	11763	12775	+ 08065	13847
Benzoate d'éthyle...	0—100	09309	— 00634	05000	09746

Nom des corps.	Intervalles de température.	a	b	c	Coefficient moyen de 0 à 100°.
		0,00	0,00000	0,0000000	0,00
Brome	0° à 59°	+ 10622	+ 18771	— 03085	12190
Bromure d'amyle	0—80	10232	19009	+ 01976	12328
— d'éthyle	— 32—54	13376	15013	16900	16568
— d'éthylène * τ = 20.	»	09527	13165	01067	08519
— de méthyle.	— 32—28	14152	33153	0,0₆11381	28848
— de phosphore	0—75	11394	16681	04012	13463
Butyrate de méthyle.	0—104	11306	24809	03623	14149
— (iso) de méthyle	0—87	12170	03833	22582	14812
Carbonate d'éthyle	11—106	11711	05260	09852	13222
Chloral	13—51	09545	— 32139	56392	12970
Chlore	— 102 à — 33,6	1409			
	— 30 à 0	1793			
	0—10	1978			
	15—20	2030			
	25—30	2190			
Chloroforme	0—63	11072	46673	— 17433	11602
Chlorure d'amyle	0—100	11755	05008	+ 13537	13570
*— d'antimoine (tri) τ = 73,2.	86—157	00805	10330		01103
— d'arsenic (tri)	0—130	09913	08491	02755	11038
— de benzoyle	12—146	08589	04422	02714	09303
— de carbone CCl^4	0—76	11838	08988	13714	14089
— — C^2Cl^4	0—75	10026	03280	15934	11602
— d'étain	0—113	11606	06462	07727	13024
— d'éthyle	— 32—26	15746	28137	15699	
— d'éthylène	— 28—84	11189	10469	01034	12340
— d'éthylidène	17—61	12907	01183	21339	15160
— de phosphore (tri).	0—75	11394	16681	04012	13463
— de propyle (iso).	0—34	13696	55287		
— — (norm.)	0—42	13306	38313	— 13859	15751
— de soufre S^2Cl^2.	12—111	09591	— 00382	+ 07319	10285
— de titane	0—136	09826	+ 05055	05131	10845
Essence de térébenthine D = 0,884.	— 9—106	09003	19595	— 04500	10513
Glycérine		04853	04895		05343
Huile d'olive		06822	11405	— 05390	07422

Nom des corps.	Intervalles de température.	a	b	c	Coefficient moyen de 0 à 100°.
		0,00	0,00000	0,0000000	0,00
Iodure d'allyle	0—101	+ 10539	+06357	+ 10036	12178
— d'amyle........	20—142	09266	14647	00596	10790
— de butyle(norm.)	7—111	09607	22362	— 05029	113402
— d'éthyle........	10—65	11520	02603	+ 14181	13198
— de propyle (norm.)	10—98	10276	18658	— 00051	12137
Naphtalène * τ = 79,2.	98—194	08231	04155	+ 03997	08481
Nitrobenzène.......	14—164	08263	05225	01378	08922
Oxalate d'éthyle....	»	10688	08417	04730	12003
Oxychlorure de phosphore	0—107	10643	11267	05299	12300
Oxyde de butyle....	21—111	10723	13297	06715	12724
— d'éthyle	0—33	14803	35032	27007	
— de méthyle et de phényle (anisol).	12—129	08074	25718	— 02946	10351
— propyle........	0—88	12132	39318	— 13644	14699
— propyle (iso)...	0—67	12872	42923	— 05857	16579
Pétrole D = 0,8467 .	24—120	08994	13960		10390
Phénol	36—157	08340	01073	+ 04446	08892
Propionate de méthyle............	0—74	13049	— 13275	46943	16416
Solutions :					
* Azotate de potassium 5,3 % τ = 20.	20—78	02949	30570		05395
* — 21,9 % τ = 20.	20—78	04238	19190		05773
* Azotate de sodium 8,6 % τ = 20.	20—78	03564	26600		05692
* 36,2 % τ = 20.	20—78	05408	10750		06268
Chlorure de calcium 5,8 %.	18—25	00788	42742		05062
— 40,9 %.	17—24	04238	08571		05095
— de potassium 2,5 %.	10—23	— 00027	57490		05722
— — 24,3 %.	16—25	+ 02695	20800		04775
— de sodium			0,0000		
1,6 %.	0—26	00213	10462		10675
— — 6,1 %.	0—28	01457	75160		08973
— — 20,6 %.	0—29	03640	24740		06114

Nom des corps.	Intervalles de température.	a	b	c	Coefficient moyen de 0 à 100°.
		0,00	0,00000	0,0000000	0,00
Sulfate de sodium 1,9 %.	0—40	+ 00448	94800		09928
— — 24 %.	11—40	03599	25160		06115
Sulfate acide $NaHSO^4$ 3,2 %.	0—34	00854	96100		10464
— — 21 %.	0—34	05364	09500		06314
Sucre 43,2 %.....	0—33	02536	44940		07030
Sulfocyanure d'allyle............	10—131	10713	00327	07357	11481
Sulfure de carbone..	— 34—60	11398	13707	19123	14681
— d'éthyle....	0—90	11964	18065	07882	14559
— de méthyle.	0—111	10171	15761	01097	11937

N. B. Pour les corps marqués d'une * le volume a été évalué à τ; la formule devient :

$$V = 1 + a(t-\tau) + b(t-\tau)^2 + c(t-\tau)^3.$$

(31) *Coefficient de dilatation de quelques gaz entre* 0° *et* 100°.

Gaz.	Volume constant.	Pression constante.	Gaz.	Volume constant.	Pression constante.
Air atmosphérique.	0,3665	0,3670	Acide carbonique..	0,3688	0,3710
Hydrogène........	0,3667	0,3661	Protoxyde d'azote.	0,3676	0,3719
Azote............	0,3668	0,3670	Acide sulfureux...	0,3845	0,3903
Oxyde de carbone..	0,3667	0,3669	Cyanogène.......	0,3829	0,3877

Section IV. — Barométrie.

Réduction des hauteurs barométriques à zéro.

(32) FORMULE EXACTE.

$$h = H \frac{5550}{5550 + t}(1 + kt)$$

h hauteur réduite.
H hauteur observ. (corrig. de la capillarité 36)
t Température de l'expérience.
k Coefficient de dilatation linéaire de l'échelle.

(33) SOLUTION APPROCHÉE.

Hauteur à retrancher de la hauteur observée avec un baromètre gradué sur verre pour la réduire à zéro.
(*Correction additive pour les degrés négatifs.*) (Bunsen.)

H : hauteur observée. α : hauteur à retrancher pour *t* degrés.

H =	700	705	710	715	720	725	730	735	740
t = 1	α = 0,120	0,121	0,121	0,122	0,123	0,124	0,125	0,126	0,127
2	0,240	0,241	0,243	0,245	0,246	0,248	0,250	0,252	0,254
3	0,359	0,362	0,364	0,367	0,370	0,372	0,375	0,377	0,380
4	0,479	0,483	0,486	0,489	0,493	0,496	0,500	0,503	0,506
5	0,599	0,603	0,607	0,612	0,616	0,620	0,625	0,629	0,633
6	0,719	0,724	0,729	0,734	0,739	0,744	0,749	0,755	0,760
7	0,838	0,844	0,850	0,856	0,862	0,868	0,874	0,880	0,886
8	0,958	0,965	0,972	0,979	0,986	0,992	0,999	1,006	1,013
9	1,078	1,086	1,093	1,101	1,109	1,116	1,124	1,132	1,140
10	1,198	1,206	1,215	1,223	1,232	1,240	1,249	1,258	1,266

H =	745	750	755	760	765	770	775	780
t = 1	α = 0,127	0,128	0,129	0,130	0,131	0,132	0,133	0,133
2	0,255	0,257	0,258	0,260	0,262	0,263	0,265	0,267
3	0,382	0,385	0,388	0,390	0,393	0,395	0,398	0,400
4	0,510	0,513	0,517	0,520	0,524	0,527	0,530	0,534
5	0,637	0,642	0,646	0,650	0,654	0,659	0.663	0,667
6	0,765	0,770	0,775	0,780	0,785	0,790	0,796	0,801
7	0,892	0,898	0,904	0,910	0,916	0,922	0,928	0,934
8	1,020	1,027	1,033	1,040	1,047	1,054	1,061	1,068
9	1,147	1,155	1,163	1,170	1,178	1,186	1,193	1,201
10	1,275	1,283	1,292	1,300	1,309	1,317	1,326	1,335

(34) *Hauteur à retrancher de la hauteur observée avec un baromètre gradué sur laiton, pour la réduire à zéro.*
(*Correction additive pour les degrés négatifs.*) (Delcros.)

H : hauteur observée. α : hauteur à retrancher pour *t* degrés.

H =	700	705	710	715	720	725	730	735	740
t = 1	α = 0,1130	0,1138	0,1146	0,1154	0,1162	0,1170	0,1178	0,1186	0,1194
2	0,226	0,228	0,229	0,231	0,232	0,234	0,236	0,237	0,239
3	0,339	0,341	0,344	0,346	0,349	0,351	0,353	0,356	0,358
4	0,452	0,455	0,458	0,462	0,465	0,468	0,471	0,474	0,478
5	0,565	0,569	0,573	0,577	0,581	0,585	0,589	0,593	0,597
6	0,678	0,683	0,688	0,692	0,697	0,702	0,707	0,712	0,716
7	0,791	0,797	0,802	0,808	0,813	0,819	0,825	0,830	0,836
8	0,904	0,910	0,917	0,923	0,930	0,936	0,942	0,949	0,955
9	1,017	1,024	1,031	1,039	1,046	1,053	1,060	1,067	1,075

H =	745	750	755	760	765	770	775	780
t = 1	a = 0,1202	0,1210	0,1218	0,1227	0,1235	0,1243	0,1251	0,1259
2	0,240	0,242	0,244	0,245	0,247	0,249	0,250	0,252
3	0,361	0,363	0,365	0,368	0,370	0,373	0,375	0,378
4	0,481	0,484	0,487	0,491	0,494	0,497	0,500	0,504
5	0,601	0,605	0,609	0,613	0,617	0,621	0,625	0,629
6	0,721	0,726	0,731	0,736	0,741	0,746	0,751	0,755
7	0,841	0,847	0,853	0,859	0,864	0,870	0.876	0,881
8	0,962	0,968	0,974	0,982	0,988	0,994	1,001	1,007
9	1,082	1,089	1,096	1,104	1,111	1,119	0,126	1,133

Soit pour un baromètre gradué sur verre, H = 759mm à 23°; on a dans la colonne 760 :

Pour 20°......		2,600
3°......		0,390
La somme.....		2,990

retranchée de 759, donne pour H la hauteur réduite 756,01.

(35) *Hauteur à retrancher de la colonne de mercure lue dans un tube gradué sur verre pour la réduire à zéro.*

H.	10°	12°	14°	16°	18°	20°	22°	24°	26°
mm									
100	0,17	0,21	0,24	0,28	0,31	0,35	0,38	0,42	0,45
150	0,26	0,31	0,36	0,42	0,47	0,52	0,57	0,62	0,67
200	0,35	0,42	0,48	0,55	0,62	0,69	0,76	0,83	0,90
250	0,43	0,52	0,61	0.69	0,78	0,87	0,95	1,04	1,12
300	0,52	0,62	0,73	0,83	0,93	1,04	1,14	1,25	1,35
350	0,61	0.73	0,85	0,97	1,09	1,21	1,33	1,45	1,57
400	0,69	0,83	0,97	1,11	1,25	1,38	1,52	1,66	1,80
450	0,78	0,93	1,09	1,25	1,40	1,56	1,71	1,87	2,02
500	0,87	1,04	1,12	1,30	1,56	1,73	1,90	2,08	2,25
550	0,95	1,14	1,33	1,52	1,71	1.90	2,09	2,28	2,47
600	1,04	1,25	1,45	1,66	1,87	2,08	2,28	2,49	2,70
650	1,12	1,35	1,57	1,80	2,02	2,25	2,47	2,70	2,92
700	1,21	1,45	1,70	1,94	2,18	2,42	2,66	2,91	3.03
750	1,30	1,56	1,82	2,08	2,34	2,60	2,85	3,11	3,37
800	1,38	1,66	1.94	2.21	2,49	2,77	3,05	3,32	3,60
850	1,47	1,76	2,06	2,35	2,65	2,94	3,24	3,53	3,82
900	1,56	1,87	2,18	2.49	2,80	3,11	3,43	3,74	4,05
1000	1,64	1,97	2,30	2,63	2,96	3,29	3,62	3,94	4,27

(36) *Hauteur à ajouter à la hauteur barométrique observée pour la corriger de l'action capillaire* (Delcros).

R = Rayon du tube en millimètres.
F = Flèche ou hauteur du ménisque en millimètres.
α = Correction en millimètres.

R	F=0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6
2	α0,60	0,89	1,16	1,41	1,65	1,86	2,05	2,21	2,35	....	....	....	....	....	....
2,2	0,49	0,72	0,95	1,16	1,36	1,54	1,71	1,83	1,98	2,09	....	....	....	....	....
2,4	0,40	0,60	0,79	0,97	1,14	1,29	1,44	1,57	1,68	1,78	1,87	....	....	....	....
2,6	0,34	0,50	0,66	0,81	0,96	1,09	1,22	1,33	1,44	1,53	1,61	1,68	....	....	....
2,8	0,29	0,43	0,56	0,69	0,82	0,93	1,04	1,14	1,24	1,32	1,39	1,46	1,51	....	....
3	0,24	0,36	0,48	0,59	0,70	0,80	0,90	0,99	1,07	1,14	1,21	1,27	1,32	1,37	....
3,2	0,21	0,31	0,41	0,51	0,60	0,69	0,78	0,86	0,93	1,00	1,06	1,11	1,16	1,20	1,24
3,4	0,18	0,27	0,36	0,44	0,52	0,60	0,68	0,75	0,81	0,87	0,93	0,98	1,c2	1,06	1,10
3.6	0,16	0,23	0,31	0,38	0,46	0,52	0,59	0,65	0,71	0,76	0,81	0,86	0,90	0,94	0,97
3,8	0,14	0,21	0,27	0,34	0,40	0,46	0,52	0,57	0,62	0,67	0,72	0,76	0,80	0,83	0,86
4	0,12	0,18	0,24	0,30	0,35	0,40	0,46	0,50	0,55	0,59	0,64	0,67	0,71	0,74	0,77
4,2	0,11	0,16	0,21	0,26	0,31	0,36	0,40	0,45	0,49	0,53	0,56	0,60	0,63	0,66	0,68
4,4	0,09	0,14	0,19	0,23	0,27	0,32	0,36	0,40	0,45	0,47	0,50	0,53	0,56	0,59	0,61
4,6	0,08	0,12	0,16	0,20	0,24	0,28	0,32	0,35	0,38	0,42	0,45	0,47	0,50	0,52	0,54
4.8	0,07	0,11	0,15	0,18	0,22	0,25	0,28	0,31	0,34	0,37	0,40	0,42	0,45	0,47	0,49
5	0,07	0,10	0,13	0,16	0,19	0,22	0,25	0,28	0,31	0,33	0,35	0,38	0,40	0,42	0,44
5,2	0,06	0,09	0,12	0,14	0,17	0,20	0,22	0,25	0,27	0,30	0,32	0,34	0,36	0,37	0,39
5.4	0,05	0.08	0,10	0,13	0,15	0,18	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30	0,32	0,34	0,35
5,6	0,05	0,07	0,09	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20	0,22	0,24	0,26	0,27	0,29	0,30	0,32
5,8	0,04	0,06	0,08	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20	0,21	0,23	0,24	0,26	0,27	0,28
6	0,04	0,06	0,07	0,09	0,11	0,13	0,14	0,16	0,18	0,19	0,21	0,22	0,23	0,24	0,25

(37) *Relation entre la hauteur barométrique et l'altitude.*

Soit h la hauteur du baromètre à une altitude donnée, H celle qu'on observait au même instant à une station d'une altitude moindre et située à peu de distance de la première ; si la température aux deux stations est t et T, on a, sans tenir compte de corrections qui interviennent surtout pour l'évaluation des hauteurs de montagnes situées à une latitude éloignée de 45° et en appelant D la différence des altitudes en mètres,

$$D = 18336^m \log \frac{H}{h}\left(1 + \frac{2(t+T)}{1000}\right),$$

d'où, si la station inférieure est au niveau de la mer et si l'on suppose la température invariable, on obtiendra la hauteur réduite au niveau de la mer par la formule

$$\log H = \log h + \frac{D}{18336 \times \left(1 + \frac{4t}{1000}\right)}.$$

Aux environs de 760^{mm}, une variation de 1 millimètre dans la pression correspond à une différence de 10^m,5 dans l'altitude.

Section V. — Tensions de vapeur.

(38) *Tension de la vapeur de mercure.* (Regnault.)

Degr.	Millim.	Degr.	Millim.	Degr.	Millim.	Degr.	Millim.
0	0,02	170	8,091	290	194,46	410	1864
»	»	180	11,000	300	242,15	420	2178
50	0,113	190	14,84	310	299,69	430	2533
»	»	200	19,90	320	368,73	440	2934
90	0,514	210	26,35	330	450,91	450	3384,35
100	0,746	220	34,70	340	548,35	460	3888
110	1,073	230	45,35	350	663,18	470	4450
120	1,534	240	58,82	360	797,74	480	5062
130	2,175	250	75,75	370	954,65	490	5761
140	3,059	260	96,73	380	1139,65	500	6520,25
150	4,266	270	123,01	390	1346,71	510	7354
160	5,900	280	155,17	400	1587,96	520	8265

(39) *Tension de la vapeur d'eau en millimètres de mercure de* 15° *à* 101° (Brogh) *et de* 101 *à* 230°. (Regnault.)

Temp.	Tension.	Temp.	Tension.	Temp.	Tension.	Temp.	Tension.	Atmosph.
— 15	1,44	36	44,1	79	340	100,0	760	1
10	2,15	37	46,7	80	354	100,1	762,7	
5	3,16	38	49,2	81	369	100,2	765,5	
4	3,40	39	52,0	82	385	100,3	768,2	
3	3,67	40	54,9	83	400	100,4	771,0	
2	3,95	41	57,9	84	416	100,5	773,7	
— 1	4,25	42	61,0	85	433	100,6	776,5	
0	4,57	43	64,3	86	450	100,7	779,3	
+ 1	4,91	44	67,7	87	468	100,8	782,1	
2	5,27	45	71,4	88	487	100,9	784,9	
3	5,66	46	75,1	89	506	101	787,7	
4	6,07	47	79,1	90	525			
5	6,51	48	83,2	90,5	535	102	816	
6	6,97	49	87,5	91	546	103	845	
7	7,47	50	92,0	91,5	556	104	875	
8	8,0	51	96,7	92	567	105	906	1,20
9	8,5	52	101,5	92,5	577	106	938	
10	9,1	53	106,7	93	588	108	1004	
11	9,8	54	112,0	93,5	599	110	1075	1,40
12	10,4	55	117,5	94	611	115	1269	1,66
13	11,1	56	123,3	94,5	622	120	1491	1,96
14	11,9	57	129,3	95	634	125	1744	2,30
15	12,7	58	135,6	95,5	645	130	2030	2,67
16	13,5	59	142,1	96	657	135	2354	3,10
17	14,4	60	148,9	96,5	669	140	2718	3,57
18	15,3	61	156,0	97	682	145	3125	4,1
19	16,3	62	163,3	97,5	694	150	3581	4,7
20	17,4	63	170,9	98	707	155	4088	5,3
21	18,5	64	178,9	98,5	720,0	160	4652	6,1
22	19,6	65	187,1	98,6	722,6	165	5274	6,9
23	20,8	66	195,7	98,7	725,3	170	5962	7,8
24	22,1	67	205	98,8	727,9	175	6717	8,8
25	23,5	68	214	98,9	730,5	180	7546	9,9
26	25	69	223	99,0	733,2	185	8644	11,1
27	26,5	70	233	99,1	735,8	190	9443	12,4
28	28,1	71	244	99,2	738,5	195	10520	13,9
29	29,7	72	254	99,3	741,1	200	11689	15,4
30	31,5	73	265	99,4	743,8	205	12956	17,5
31	33,4	74	277	99,5	746,5	210	14325	18,8
32	35,3	75	289	99,6	749,2	215	15801	20,8
33	37,4	76	301	99,7	751,9	220	17390	22,9
34	39,5	77	314	99,8	754,6	225	19097	25,3
35	41,8	78	327	99,9	757,3	230	20926	27,5

Atm.	2	3	4	5	6	7	8	10	15	20	25
Temp.	120,6	133,9	144,0	152,2	159,2	165,3	170,8	180,3	199	213	225

(40) *Tension de vapeur de divers corps en millimètres de mercure.*

Naphtaline.				Benzophénone.				Soufre.	
°		°		°		°		°	mm
215,8	722,0	217,2	745,4	303,7	723,9	305,1	744,7	390	272
9	723,7	3	747,1	8	724,8	2	746,2	400	329
216,0	725,3	4	748,8	9	726,3	3	747,8	410	395
1	727,0	5	750,5	304,0	727,8	4	749,4	420	472
2	728,4	6	752,2	1	729,3	5	750,9	430	561
3	730,3	7	753,9	2	730,9	6	752,5	440	663
4	732,0	8	755,3	3	732,4	7	754,0	444	708
5	733,6	9	757,0	4	733,9	8	755,6	445	720
6	735,3	218,0	760,7	5	735,4	9	757,2	446	731
7	737,0	1	762,5	6	737,0	306,0	758,7	447	743
8	738,7	2	764,2	7	738,5	1	760,3	448	755
9	740,3	3	765,9	8	740,1	2	761,9	449	767
217,0	742,0	4	767,3	9	741,6	3	763,5	450	779
217,1	743,7			305	743,4	4	765,1	460	913

(41) *Tension de vapeur de quelques gaz liquéfiés, en centimètres de mercure.* (Regnault.)

Températ.	Acide sulfureux.	Oxyde de méthyle.	Chlorure de méthyle.	Ammoniaque.	Hydrogène sulfuré.	Acide carbonique.	Protoxyde d'azote.	Cyanogène.
— 30	28,7	57,6	58	86	....	....	....	...
— 25	37,4	71,6	72	110	375	1300	1570	...
— 20	48	88	88	140	444	1515	1760	79
— 15	60,8	108	108	174	520	1760	1970	111
— 10	76,3	131	131	215	608	2035	2200	140
— 5	94,7	157	158	262	707	2345	2460	174
0	116,5	188	189	318	821	2700	2740	204
5	142	223	225	383	950	3070	3060	240
10	180	263	267	457	1090	3500	3420	290
15	206,5	308	313	542	1250	3965	3780	335
20	246	359	367	639	1415	4470	4200	380
25	292	415	427	748	1600	5020	4670	...
30	343	478	494	870	1800	5610	5170	...
35	402	.....	570	1007	2020	6245	5730	...
40	467	.....	...	1160	2260	6920	6340	...
45	540	.....	...	1330	2500	7332	....	...
50	622	.....	...	1516	2780	....	....	...
55	742	.....	...	1722	3070	....	....	...
60	812	.....	...	1950	3375	....	....	...
Point d'ébullition sous 76cent.	—10,08	—23,65	—23,73	—38,5	—61,8	—78,2	—87,9	—20,7

(42) *Températures et pressions critiques.*

Les observateurs sont désignés par les abréviations suivantes :

Ad.	Andrews.	K.	Knietsch.	Sj	Sajotschewski.
As.	Ansdell.	L.	Ladenburg.	V. C.	Vincent et Chappuis.
C. C.	Cailletet et Colardeau.	Mend.	Mendéléeff.	W.	Wrobleswski.
Col.	Colardeau.	N.	Nadesjdine.	v. d. W.	van der Waals.
D.	Dewar.	N. P.	Nilson et Petterson	Y.	Young.
d. H.	de Heen.	Og.	Ogier.	Y. T.	Young et Thomas.
Il.	Ilosway.	O.	Olzewski.		
		R. Y.	Ramsay et Young.		

Corps.	Formules.	Températ. critique.	Pression (en atm.).	Observ.
Acétal	$C^6H^{14}O^2$	254,4		P.
Acétate de butyle (iso)	$C^6H^{12}O^2$	305,9		P.
— — (norm)	$C^6H^{12}O^2$	288,3	31,4	N.
— d'éthyle	$C^4H^8O^2$	250,1	38,0	Y. T.
— de méthyle	$C^3H^6O^2$	233,7	46,29	Y. T.
— de propyle	$C^5H^{10}O^2$	276,3	34,8	N.
Acétone	C^3H^6O	237,5	60,0	Sj.
Acétylène	C^2H^2	37,05	68,0	As.
Acide acétique	$C^2H^4O^2$	321,65	57,11	Y.
— carbonique	CO^2	31,1	73,0	Ad.
		30,92	77,0	Ad.
— chlorhydrique	HCl	52,3	86,0	D.
— propionique	$C^3H^6O^2$	339,9		P.
— sélénhydrique	H^2Se	137,0	91,0	O.
— sulfhydrique	H^2S	100,2	92,0	D.
— sulfureux	SO^2	155,4	78,9	Sj.
Alcool allylique	C^3H^6O	271,9		N.
— amylique (iso)	$C^5H^{12}O$	306,6		P.
— butylique	$C^4H^{10}O$	270,5		d. H.
— butylique (iso)	$C^4H^{10}O$	265,0	48,27	N.
— butylique tertiaire	$C^4H^{10}O$	234,9		P.
— éthylique	C^2H^6O	243,1	62,97	R. Y.
— méthylique	CH^4O	240,0	78,5	R. Y.
— propylique	C^3H^8O	263,7	50,16	R. Y.
— propylique (iso)	C^3H^8O	234,6	53,1	N.
Aldéhyde vinique	C^2H^4O	181,5		v. d. W.
Ammoniaque	AzH^3	130,0	115,0	D.

Corps.	Formules.	Températ. critique.	Pression (en atm.).	Observ.
Amylène	C^5H^{10}	201,0		P.
Amylène (iso)	C^5H^{10}	191,6	33,9	N.
Azote	Az^2	—146,0	33,0	W.
		—146,0	35,0	O.
Benzène	C^6H^6	288,5	47,9	Y.
Biallyle	C^6H^{10}	234,4		P.
Bi-isobutyle	C^8H^{18}	270,8		P.
Brome	Br^2	302,2		N.
Bromure d'éthyle	C^2H^5Br	226,0		P.
Butylène (iso)	C^4H^6	150,8		N.
Butyrate d'éthyle	$C^6H^{12}O^2$	292,8	30,24	N.
— de méthyle	$C^5H^{10}O^2$	278,0	36,02	N.
— de propyle	$C^7H^{14}O^2$	326,6		P.
Butyrate (iso) d'éthyle	$C^6H^{12}O^2$	280,4	30,13	N.
— de méthyle	$C^5H^{10}O^2$	273,6		P.
— de propyle	$C^7H^{14}O^2$	316,0		P.
Caprylène	C^8H^{16}	298,6		P.
Chlore	Cl^2	141,0	83,9	D.
		140,0	93,5	K.
Chloroforme	$CHCl^3$	260,0	54,9	Sj.
Chlorure d'allyle	C^3H^5Cl	240,7		P.
— de carbone (tétra)	CCl^4	283,15	44,97	Y.
— d'étain (tétra)	$SnCl^4$	318,7	36,95	Y.
— d'éthyle	C^2H^5Cl	182,6	52,6	Sj.
— d'éthylène	$C^2H^4Cl^2$	288,4	53,0	N.
— d'éthylidène	$C^2H^4Cl^2$	250,0	50,0	N.
— de germanium (tétra)	$GeCl^4$	276,9	38,0	N. P.
— de méthyle	CH^3Cl	141,5	73,0	V. C.
— de méthylène	CH^2Cl^2	245,1		N.
— de phényle	C^6H^5Cl	360,7	44,69	Y.
— de phosphore (tri)	PCl^3	285,5		P.
— de propyle	C^3H^7Cl	221,0	49,0	V. C.
— de silicium (tétra)	$SiCl^4$	230,0		Mend.
Crotonate d'éthyle	$C^6H^{10}O^2$	326,0		P.
Cyanogène	C^2Az^2	124,0	61,7	D.
Eau	H^2O	365,0	200,5	C. C.
Ethane	C^2H^6	35,0	45,2	D.
Ethylamine (mono)	C^2H^7Az	177,0	66,0	V. C.
— (di)	$C^4H^{11}Az$	220,0	38,7	Sj.
— (tri)	$C^6H^{15}Az$	259,0	30,0	V. C.

Corps.	Formules.	Températ. critique.	Pression (en atm.).	Observ.
Ethylène	C^2H^4	10,1	51,0	D.
Fluorure de méthyle	CH^3F	44,9	62,0	Col.
— de phényle	C^6H^5F	286,55	44,62	Y.
Formiate d'amyle	$C^6H^{12}O^2$	302,6	34,12	N.
— d'amyle (iso)	$C^6H^{12}O^2$	304,6		P.
— de butyle (iso)	$C^5H^{10}O^2$	278,2	38,29	N.
— d'éthyle	$C^3H^6O^2$	235,3	46,83	Y. T.
— de méthyle	$C^2H^4O^2$	214,0	59,25	Y. T.
— de propyle	$C^4H^8O^2$	264,85	40,08	Y. T.
Hexane	C^6H^{14}	250,3		P.
Hydrogène silicié	H^4Si	— 0,5	100 env.	Og.
Méthane	CH^4	—95,5	50,0	D.
Méthylamine (mono)	CH^5Az	155,0	72,0	V. C.
— (di)	C^2H^7Az	163,0	56,0	V. C.
— (tri)	C^3H^9Az	160,5	41,0	V C.
Oxyde de carbone	CO	—141,1 —139,5	35,9 35,5	W. O.
— d'éthyle (éther)	$C^4H^{10}O$	194,4	35,61	R. Y.
— d'éthyle et d'allyle	$C^5H^{10}O$	245,0		P.
— d'éthyle et de propyle	$C^5H^{12}O$	233,4		P.
— de méthyle	C^2H^6O	129,6		N.
— de méthyle et d'éthyle	C^3H^8O	168,4	46,27	N.
Oxygène	O^2	—118,0 —118,8	50,0 50,8	W. O.
Oxysulfure de carbone	COS	105,0		H.
Pentane (iso)	C^5H^{12}	194,8		P.
Peroxyde d'azote	AzO^2	171,2		N.
Propionate de butyle (iso)	$C^7H^{14}O^2$	318,7		P.
— d'éthyle	$C^5H^{10}O^2$	272,4	34,64	N.
— de méthyle	$C^4H^8O^2$	257,4	39,52	Y. T.
— de propyle	$C^6H^{12}O^2$	290,5		d. H.
Propylamine	C^3H^9Az	218,0	50,0	V. C.
Propylène	C^3H^6	97,0		N.
Protoxyde d'azote	Az^2O	35,4	75,0	D.
Sulfure de carbone	CS^2	273,5	55,38	D.
Thiophène	C^4H^4S	317,3	47,7	P.
Toluène	C^7H^8	320,8		P.
Valérate d'éthyle	$C^7H^{14}O^2$	297,0		d. H.
— de méthyle	$C^6H^{12}O^2$	293,7	31,5	N.

(43) *Tensions de vapeur de différents liquides (en millimètres de mercure).*

Températ.	(1) Benzène C^6H^6	(1) Fluo-benzène C^6H^5Fl	(1) Chloro-benzène C^6H^5Cl	(1) Bromo-benzène C^6H^5Br	(1) Iodo-benzène C^6H^5I	(2) Tetra-chlorure de carb. CCl^4	(2) Chlorure stan-nique $SnCl^4$	(3) Éther $(C^4H^{10})O$
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
—20		6,15				10,29		62,99
—10	14,83	11,61				18,89	3,08	111,81
0	26,54	20.92	2,56			33,08	5,88	184,90
10	45.43	36,11	4.86			55,51	10,72	291,80
20	74.66	59,93	8,83			89,61	18,72	442,35
30	118,24	95.94	15,35	5.67	1,48	139,64	31.42	647,95
40	181,10	148,55	25,68	10,00	2,73	210.71	50.88	921,20
50	269,00	223,15	41,46	16.92	4.83	308,09	79.68	1276,1
60	388,60	326.00	64.78	27,54	8;24	440,67	121.10	1728,1
70	547.40	464.30	98,22	43,31	13.57	613,80	178.80	2293,9
80	753,60	646,00	144,90	66.01	21.64	836,35	257.50	2991,4
90	1016,1	879,70	208.35	97,80	33.50	1117.0	362.20	3839,7
100	1344,3	1174,9	292,75	141.25	50,44	1464,8	498,50	4859,0
110	1748,2	1541,3	402,70	199.25	74,04	1889.4	672,70	6070,4
120	2238,1	1989.2	543,30	275,25	106,15	2400,8	891,40	7495.7
130	2824,9	2529,5	720.05	373,00	148,95	3009,1	1162,0	9157,4
140	3520,0	3173,0	938.85	496.75	204.90	3725,1	1491,0	11078
150	4334,8	3931,4	1206,0	651,00	276,70	4559,6	1888,0	13281
160	5281,9	4816,7	1528,3	840.80	367.45	5524,6	2359,0	15788
170	6374,1	5841,6	1912,8	1071.6	480,40	6631.9	2914,0	18622
180	7625,2	7018,9	2367,2	1349,3	619,25	7894,8	3561,0	21804
190	9049,4	8363,5	2899.4	1679,9	787,90	9326.7	4309,0	25355
200	10663	9890,5	3518,3	2070,1	990.60	10943	5168,0	
210	12482	11617	4233.0	2527,0	1232.0	12759	6147,0	
220	14526	13561	5053,8	3057,8	1517.1	14793	7257,0	
230	16815	15745	5991,8	3670,2	1851,5	17066	8509,0	
240	19369	18190	7059.6	4372,5	2241,2	19596	9915,0	
250	22214	20924	8270,5	5173,0	2693,2	22409	11488	
260	25376	23977	9639.8	6080,8	3214,9	25532	13242	
270	28885	27384	11185	7104,8	3815,0	28992	15190	
280	32772	31182	12925	8254,9	4503,4	32825	17351	
290							19742	
300							22382	
310							25294	
Temp. critiq.	288°5	286°55	359°45	(397°)*	(448°)*	283°15	318°7	194°4
Press. critiq.	36395	33912	33998	(33910)	(33910)	34180	28080	27060

* Calculé. — (1) S. Young, *Chem. Soc.*, **55**, 486. — (2) *Ibid.*, **59**, 911. — (3) Ramsay et Young, *Phil. Trans.*, 1887, A. 57.

Tensions de vapeur de différents liquides (en millimètres de mercure).

Tempér.	(4) Isopentane C^5H^{12}	(4) Hexane normal C^6H^{14}	(5) Alcool méthyl. CH^3OH	(6) Alcool éthyl. C^2H^5OH	(7) Alcool propyl. C^3H^7OH	(8) Eau H^2O	(9) Acide acétique CH^3COOH
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
— 30	58,30	7,45	—	—	—	—	—
— 20	100,05	14,25	7,60	—	—	—	—
— 10	163,95	25,90	15,40	—	—	—	—
0	257,75	44,92	29,60	12,24	3,49	—	3,30
10	390,50	74,67	54,22	23,73	7,39	—	6,38
20	572,60	119,40	95,10	43,79	14,78	—	11,73
30	815,35	184,40	160,30	78,11	28,13	—	20,61
40	1131,1	275,85	260,45	133,40	51,12	—	34,77
50	1533,2	400,90	409,45	219,80	89,00	—	56,56
60	2035,6	567,60	625,10	350,20	148,95	—	88,94
70	2653,0	784,80	926,60	540,90	240,45	—	136,0
80	3400,8	1062,0	1340,3	811,80	375,30	—	202,3
90	4295,6	1409,4	1894,6	1186,5	568,10	—	293,7
100	5354,5	1837,6	2622,5	1692,3	835,90	—	417,1
110	6596,1	2358,0	3561,1	2359,8	1198,2	—	580,8
120	8039,9	2982,4	4751,3	3223,0	1677,0	1484	804,0
130	9706,7	2723,1	6239,2	4318,7	2295,9	2019	1083,0
140	11620	4593,0	8072,5	5686,6	3080,3	2694	1431,0
150	13804	5606,5	10306	7368,7	4057,1	3568	1863
160	16285	6777,7	12999	9409,9	5253,4	4652	2392
170	19094	8122,9	16213	11858	6697,8	5937	3034
180	22262	9659,4	20016	14764	8418,8	7487	3809
190		11407	24481	18185	10445	9403	4735
200		13385	29688	22182	12809	11625	5836
210		15619	35722	26825	15539	14240	7134
220		18133	42676	32196	18667	17365	8655
230		20960	50651	38389	22230	20936	10426
240			59760	45519	26263	25019	12475
250					30807	29734	14832
260					35908	35059	17527
270						41101	20590
280							24055
290							27951
300							32312
310							37168
320							42550
T. cr.	187°8	234°8	240°0	243°1	263°7	—	321°6
Pr. cr.	25010	22500	59760	47850	38120	—	43400

(4) Young (inédit). — (5) Ramsay et Young, *Phil. Trans.*, 1887, A. — (6) *Ibid.*, 1886. — (7) *Ibid.*, 1889. — (8) *Ibid.*, 1892. — (9) Ramsay, Young et Thomas, *Chem. Soc.*, **49**, 796; Young, *ibid.*, **59**, 903.

Tensions de vapeur de différents liquides en millimètres de mercure (Young et Thomas, *Chem. Soc.*, **63**, 1191).

Températures.	Formiate de méthyle $HCOOCH^3$.	Formiate d'éthyle $HCOOC^2H^5$.	Formiate de propyle $HCOOC^3H^7$.	Acétate de méthyle $CH^3 \mid COOCH^3$.	Acétate d'éthyle $CH^3 \mid COOC^2H^5$.
	mm	mm	mm	mm	mm
— 20	67,70	22,50		19,05	6,55
— 10	117,65	41,50	11,40	35,15	12,95
0	195.00	72,45	21,40	62,10	24,30
10	309,4	120,35	37,85	104,8	42,70
20	476,4	192,5	63,90	169,8	72,80
30	707,9	297,5	104,1	265,8	118,7
40	1029	446,7	163,6	400.4	186,2
50	1452	649,4	249,4	588,2	282,2
60	1991	917,6	364,9	837,5	415,4
70	2673	1266	523,9	1167	596,3
80	3508	1710	734,5	1589	832,7
90	4524	2266	1003	2120	1130
100	5774	2950	1343	2779	1515
110	7278	3781	1772	3584	1995
120	9016	4778	2288	4556	2585
130	11105	5960	2914	5714	3300
140	13570	7348	3673	7083	4164
150	16330	8964	4560	8694	5176
160	19500	10830	5617	10555	6368
170	23015	12972	6808	12680	7736
180	27040	15374	8175	15120	9322
190	31550	18080	9739	17920	11130
200	36685	21160	11520	21110	13180
210	42510	24670	13535	24690	15560
220		28545	15865	28755	18260
230		33015	18495	33365	21360
240			21455		24860
250			24775		28770
260			28445		
270					
280					
Temp. critique.	214°0	235°3	264°85	233°7	250°1
Pression critique.	45030	35590	30440	35180	28880

Tempé-ratures.	Acétate de propyle CH^3 | $COOC^3H^7$.	Propionate de méthyle C^2H^5 | $COOCH^3$.	Propionate d'éthyle C^2H^5 | $COOC^2H^5$.	Butyrate de méthyle C^3H^7 | $COOCH^3$.	Isobutyrate de méthyle $CH(CH^3)^2$ | $COOCH^3$.
	mm	mm	mm	mm	mm
— 20		5,65			
— 10	3,6	11,55	4,05	3,55	6,20
0	7,4	21,90	8,30	7,30	12,15
10	13,9	38,85	15,55	13,80	22,40
20	25,1	66,20	27,75	24,55	38,90
30	42,7	107,8	47,75	41,95	65,45
40	70,8	169,3	77,90	69,20	104,7
50	112,2	256,7	123,0	109,6	162,0
60	171,8	380,3	188,0	167,5	243,8
70	257,3	548,0	279,9	250,3	355,2
80	372,8	771,0	403,6	361,4	505,0
90	524,8	1048	569,5	507,0	707,0
100	723,6	1408	785,0	700,7	956,0
110	977,0	1856	1052	941,0	1269
120	1288	2404	1388	1247	1660
130	1683	3073	1803	1624	2143
140	2165	3882	2312	2089	2729
150	2751	4831	2924	2658	3420
160	3440	5957	3648	3327	4241
170	4261	7244	4498	4107	5188
180	5206	8750	5496	5018	6281
190	6295	10435	6630	6060	7542
200	7551	12390	7952	7286	9005
210	8974	14620	9451	8680	10680
220	10630	17180	11180	10280	12560
230	12505	20045	13160	12090	14720
240	14655	23335	15420	14190	17180
250	17080	27010	17970	16540	19950
260	19860		20890	19210	23120
270	23040		24180	22310	
280				25555	
Temp. critique.	276°2	257°4	272°9	281°25	267°55
Pression critique.	25210	30030	25210	26000	25750

(44) *Tension de vapeur de différents liquides en centimètres de mercure.* (Regnault.)

Températ.	Alcool.	Alcool méthylique.	Éther.	Sulfure de carbone.	Essence de térébenthine.	Chloroforme.	Benzine.	Tétrachlorure de carbone.	Chlorure d'éthyle.	Bromure d'éthyle.	Iodure d'éthyle.	Acétone.	Bromure d'éthylène.	Trichlorure de phosphore.	Chlorure de cyanogène.
— 30	.....	0,3	.....	.....	.....	.....	.....	.....	11	3,2	.....	.....	.....	.....	6,8
— 20	0,34	0,6	6,9	4,7	.....	.....	0,58	0,98	18,8	5,9	.....	.....	0,17	.....	14,8
— 10	0,64	1,35	11,5	7,9	.....	.....	1,3	1,85	30,2	10,1	.....	.....	0,25	.....	27,0
0	1,27	2,7	18,4	12,8	0,2	.....	2,5	3,3	46,5	16,5	4,2	.....	0,4	3,8	44,4
10	2,42	5	28,7	19,9	0,3	.....	4,5	5,6	69,1	25,7	6,9	.....	0,65	6,3	68,2
20	4,45	8,9	42,3	29,8	0,45	16	7,6	9,1	99,6	38,7	11	18	1,1	10	100,2
30	7,85	15	63,5	43,5	0,69	24,7	12	14,2	139,9	56,5	16,9	28	1,7	15,5	142,7
40	13,4	24,4	90,7	61,7	1,1	37	18,4	21,5	162	80,2	25,2	42	2,7	23,4	198,8
50	22	38,2	126,5	85,7	1,7	53,5	27,1	31,5	257,9	111,3	36,4	60,3	4,3	34,1	272
60	35	58	172,5	116,4	2,7	75,5	39	44,8	340	151,2	51,2	86	6,6	48,6	366,4
70	54,1	85,7	230,5	155	4,1	104,2	54,7	62,1	440,5	201,5	.....	118,9	9,8	67,4	487,4
80	81,3	124	302,3	203	6,1	140,7	75,2	84,3	561,4	263,9	.....	161,1	14,4	.....	.....
90	118,9	174	390	262	9,1	186,5	101,3	112,2	704,7	339,9	.....	214,2	20,7	.....	.....
100	169,7	240	495	332	13,1	243	134	146,7	872,3	431,2	.....	279,7	29	.....	.....
110	236,8	326	621	416	18,6	311	171,5	188,7	.....	539,4	.....	359,4	40	.....	.....
120	323,2	434	772	515	25,7	393	223,5	239,4	.....	665,8	.....	454,7	54,5	.....	.....
130	423,3	570	.....	630	34,9	488	282,5	299,7	.....	811,6	.....	567	72,6	.....	.....
140	567,5	734	.....	760	46,4	600	352	371	.....	978	.....	697,5	95	.....	.....
150	731,8	937	.....	910	60,5	728	433	454,3	.....	.....	.....	.....	123	.....	.....
160	.....	.....	.....	.....	77,5	873	527	551,3	.....	.....	.....	.....	157	.....	.....
170	.....	.....	.....	.....	97,5	.....	634	663,4	.....	.....	.....	.....	198	.....	.....
180	.....	.....	.....	.....	121	.....	.....	792,4	.....	.....	.....	.....	246	.....	.....
190	.....	.....	.....	.....	147	.....	.....	939,9	.....	.....	.....	.....	302	.....	.....
200	.....	.....	.....	.....	177	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	367	.....	.....
210	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	441	.....	.....
Point d'ébullition à 76 centim.	78°,26	66,78	34,97	46,20	159,2	60,16	80,36	76,5	12,5	38,37	72,2	56,3	131,6	73,8	12,66

Section VI. — Détermination des densités.

(45) *Réduction des pesées au vide.*

Soit m le poids apparent du corps dans l'air ;
a le poids du centimètre cube d'air, à la température et pression actuelles (table 53), en tenant compte de son état hygrométrique ; en moyenne $a = 0{,}0012$;
s la densité du corps pesé ;
d la densité des poids.

En négligeant de très petites corrections, le poids réel du corps dans le vide est $p = m + ma\left(\frac{1}{s} - \frac{1}{d}\right)$.

Si l'on connaît la densité approchée s, qui peut se déduire d'un premier calcul, et si l'on pèse avec des poids de laiton de densité 8.4. la formule se simplifie et devient $p = m + mk$.

Densité s	k	Densité s	k	Densité. s	k	Densité s	k
	0,00		0,00		0,000		0,0000
0,60	+ 186	0,92	+ 116	1,8	+ 52	10	— 23
0.70	157	0,94	113	1,9	49	11	34
0,72	152	0,96	110	2,0	46	12	43
0,74	148	0,98	108	2,5	34	13	50
0,76	144	1,0	106	3	26	14	57
0,78	140	1,1	095	3,5	20	15	63
0,80	136	1,2	086	4	16	16	68
0,82	132	1,3	078	5	097	17	72
0,84	128	1,4	071	6	057	18	76
0,86	125	1,5	066	7	029	19	80
0,88	122	1,6	061	8	+ 007	20	83
0,90	+ 119	1,7	+ 056	9	— 009	21	86

(46) *Densité des solides.*

Méthode du flacon. — 1° On fait la tare totale du flacon plein d'eau bouillie (ou d'un liquide de densité connue) et du corps dont on cherche la densité.

2° On enlève le corps et on le remplace par les poids p.

3° On plonge le corps dans le flacon, on l'expose dans le vide pour chasser les bulles d'air, on essuie bien, on affleure exactement au trait et on remet le tout sur la balance : il faut maintenant remplacer les poids p par les poids p'.

Soit d la densité de l'eau ou du liquide à la température t^0, a le poids du centimètre cube d'air dans les conditions de l'expérience

(table 53), la densité du corps est $D = \frac{p}{p'} d_t - \frac{p - p'}{p'} a$. (Ce second terme est souvent négligé.)

La densité d'un liquide à t^0 est connue quand on connaît sa densité à 0^0 et son coefficient de dilatation k : $d_t = \frac{d_0}{1 + kt}$.

On peut aussi, dans le cas de l'eau, ramener le poids p au vide (table 45), ramener p' à 0^0 ou 15^0 (table 54), ce qui donne le volume réel v du corps à 0^0 ou 15^0 (son coefficient de dilatation étant le plus souvent négligeable), et alors on a $D = \frac{p}{v}$.

Par la balance hydrostatique. — Les formules sont les mêmes; p reste le poids du corps dans l'air et p' devient la perte de poids dans l'eau ou le liquide employé.

Par le voluménomètre. — Soit V le volume du récipient, v celui de la boule, H la pression barométrique, h la diminution de pression quand on augmente la capacité V de celle v en faisant écouler du mercure. Le volume x du corps est $V - v \frac{H - h}{h}$ et sa densité $\frac{P}{x}$.

Si on opère par compression, h devient la pression additionnelle et on a $x = V - v \frac{H}{h}$.

Dans ce dernier cas, on peut aussi opérer en faisant une expérience à blanc, le récipient étant vide. Soit h' la nouvelle pression additionnelle, nécessairement plus faible que h : $x = V - \frac{Vh'}{h}$.

Le voluménomètre ne s'applique pas aux corps poreux qui ont la propriété de condenser les gaz (par exemple, le charbon); on s'en aperçoit lorsque les expériences par compression et par diminution de pression conduisent à des chiffres différents, ou que la pression ne reste pas constante après quelques minutes.

Méthode par les liquides lourds. — Cette méthode peut rendre de précieux services lorsqu'on ne dispose que d'un très petit fragment de substance, ou qu'elle se présente sous la forme de poudre cristalline fine, comme cela arrive fréquemment en minéralogie.

On place un liquide, de densité supérieure à celle du solide, dans un tube à essai muni à sa partie inférieure d'un robinet et bouché à l'émeri à sa partie supérieure. On y projette quelques très petits fragments du corps solide : ils surnagent d'abord; on dilue alors le liquide dense avec un dissolvant approprié (eau, alcool, éther, benzène) jusqu'à ce que les fragments du corps solide soient en équilibre au sein du liquide; on en décante alors une portion par le robinet inférieur et on en prend la densité par la méthode du flacon : cette densité est justement celle du solide mis en expérience. On se sert généralement comme liquides denses de l'iodure de méthylène D = 3,34, du borotungstate de cadmium (liqueur de Klein) D = 3,28, de la solution d'iodure mercurique dans l'iodure de potassium (liqueur de Thoulet).

(47) *Densité des liquides.*

Méthode du flacon. — Soit p le poids du flacon vide et bien sec; on remplit celui-ci d'eau à la température de 0^0; on le pèse (avec des poids de laiton), et de la différence avec la première pesée, qui est le poids apparent de l'eau, on calcule à l'aide de la table **45** le poids réel de l'eau à 0^0 contenue dans le flacon; ce nombre de grammes multiplié par 0,999871 donne la capacité réelle du flacon à 0^0 en cent. cubes. Il est facile d'en déduire la capacité du flacon à la température t^0, connaissant le coefficient de dilatation cubique du verre = 0,000025 ou du cristal = 0,000023 (28). La table **54** dispense d'une partie de ces calculs; il suffit de multiplier la différence entre les poids du flacon plein d'eau et vide par le facteur R ou R' pour avoir la capacité du flacon, en admettant pour le vase en verre le coefficient de dilatation cubique 0,000025.

On remplit alors le flacon du liquide en expérience à t^0. Soit p' le poids observé; $p' - p$ est le poids apparent du liquide. En divisant ce nombre par le volume du flacon, on calcule la densité approchée, qui sert à ramener la valeur $p' - p$ au vide (table **45**), et ce poids corrigé, divisé par le volume du flacon à la température de l'observation, donne la densité vraie.

Méthode du flotteur. — On pèse le flotteur dans l'air, puis dans l'eau. Soit m le poids apparent du flotteur dans l'air, u la perte de poids apparente dans l'eau; on calculera le volume réel du flotteur exactement comme on calcule la capacité du flacon, en prenant u, perte de poids dans l'eau à t^0, à la place du poids apparent de l'eau contenue dans le flacon; on notera une fois pour toutes le poids, dans le vide, du flotteur, soit p, et son volume v à 0^0, ce qui permet de connaître son volume à t^0.

Soit alors p' son poids dans un liquide quelconque, la densité de ce liquide sera $\frac{p - p'}{v}$, à la température de l'observation.

Il y a avantage à avoir, comme dans la balance Mohr-Westphal ou Dalican, des flotteurs dont la boule renferme un réservoir thermométrique et d'un volume de 10 ou 100 cc. à 15^0, avec des cavaliers dont le poids est en rapport décimal avec le poids de l'eau déplacée par le flotteur.

(48) *Densités des vapeurs par la méthode de Gay-Lussac.*

1° On pèse dans une ampoule ou un très petit flacon quelques décigrammes de matière (P^{gr}).

2° On chauffe le bain d'huile jusqu'à T^0 en agitant constamment, et on lit à cette température le volume V de la vapeur dans l'éprouvette.

3° On mesure la hauteur de la colonne de mercure h depuis le niveau extérieur dans la marmite jusqu'au sommet du ménisque dans l'éprouvette.

4° On lit la hauteur du baromètre, on la réduit à zéro et on en retranche la tension de la vapeur de mercure à T^0: on a ainsi la hauteur H. (Voir table **38**.)

K = coefficient de dilatation cubique du verre. (Voir tables **28** et **55**.)

$$A = \frac{V(1 + KT)\,0{,}00129349\left[H - h\frac{5550}{5550 + T}\right]}{(1 + 0{,}00367.T)\,760}$$ = poids d'un volume d'air égal à celui de la vapeur dans les mêmes circonstances. (Voyez pour le calcul les tables **56** et **58**.) Le poids du litre d'air 0,001293 donné par Regnault a été corrigé par Crafts et porté à 0,00129349.

D = P/A = densité, ou poids spécifique par rapport à l'air.

$\log 760 = 2{,}8808136$
$\log 0{,}001293187 = \bar{3}.1116613$
$\log 0{,}00129349 = \bar{3},1117631$

(49) *Densités des vapeurs par la méthode d'Hofmann.*

Même formule que pour la méthode de Gay-Lussac. On réduit la hauteur *h* à zéro, en supposant que le mercure possède la température de la vapeur T dans la partie située dans le manchon, et la température de la cuve *t* dans la partie qui est en dehors.

(50) *Densités des vapeurs par la méthode Dumas.*

1° On tare le ballon plein d'air sec à la température t^0 et à la pression (réduite à zéro) H.

2° On introduit le liquide dans le ballon, on le chauffe et on le ferme à T^0 (degrés du thermomètre à air, table **21**), en fondant le col le plus près possible de la surface de l'huile. On l'essuie tiède et on pèse froid. On détermine ainsi l'excès de poids du ballon plein de vapeur sur celui du ballon plein d'air, c'est-à-dire P^{gr} à la pression (réduite en zéro) H'.

3° On remplit le ballon de mercure et l'on mesure ce mercure dans une éprouvette graduée supposée jaugée à zéro; on a ainsi le volume du ballon à zéro. V cent. cubes.

Soit K = coefficient de dilatation cubique du verre (**28** et **55**).

$$p = \frac{V(1 + Kt)\,0{,}0012935.H}{(1 + 0{,}00367.t)\,760}$$ = poids de l'air sec contenu dans le ballon. (Voyez pour le calcul **56** et **58**.)

B = p + P = poids de la vapeur seule (si P est négatif, il se retranche).

$$A = \frac{V(1 + KT)\,0{,}0012935.H'}{(1 + 0{,}00367.T)\,760}$$ = poids d'un volume d'air égal à celui de la vapeur dans les mêmes circonstances. (Voyez pour le calcul **56** et **58**.)

$D = \frac{B}{A}$ = densité, ou poids spécifique par rapport à l'air.

Si l'on a constaté l'existence d'une bulle d'air occupant V cent. cubes à t'' et à la pression H'', son poids sera donné par la formule

$$\pi = \frac{V.0{,}0012935.H''}{(1 + 0{,}00367.t'')\,760},$$ et la densité deviendra $D = \frac{B - \pi}{A - \pi}$.

(Voyez **48**, les log 760, 0,0012932, 0,00129349.)

(51) *Méthode de V. et C. Meyer.*

Si l'air déplacé est mesuré sur l'eau, en égalisant les niveaux, on a la formule

$$D = \frac{P.760\,(1 + 0{,}003665.t)}{(H - h)\,V.0{,}001293},$$

dans laquelle P est le poids de la substance, t la température ambiante, H la pression barométrique, h la tension de la vapeur d'eau à t^0 et V le volume d'air mesuré.

Nota. — *Densités théoriques des vapeurs.* — Soit d la densité par rapport à l'air, $d \times 14{,}39$ sera la densité par rapport à l'hydrogène et $d \times 28{,}78$ le poids moléculaire, la molécule occupant le même espace que 2 atomes d'hydrogène.

On peut calculer directement les densités des vapeurs par rapport à l'hydrogène, en substituant dans la formule de A des tables 48 et 50 au poids du cent. cube d'air celui de l'hydrogène 0,00008988 (log $\bar{5}$,9536631), et au coefficient de dilatation de l'air, 0,00367, celui de l'hydrogène 0,00366. S'il reste une bulle d'air (50), on aura

$$D = \frac{B - \pi}{A' - \frac{1}{14{,}39}\pi}.$$

(52) *Densités des gaz.*

Méthode Chancel. — Le ballon est jaugé à l'eau, puis pesé vide; soit p son poids. On calcule une fois pour toutes le volume v de l'air qu'il renferme (table 53), et le bouchon, une fois graissé ou vaseliné, n'est plus dérangé. Il est bon de faire la tare avec un ballon de même volume extérieur. — Par la tubulure du col on fait arriver le gaz lavé et bien desséché et au robinet on adapte un tube en verre assez long dans lequel est un thermomètre sensible; pour les gaz plus légers que l'air, on retourne l'appareil le bouchon en bas. Quand on juge que l'air est déplacé, on tourne le bouchon, on lit le baromètre H et le thermomètre t; on ferme le robinet et on note le poids p' du ballon. La différence $p' - p$ est ajoutée au poids de l'air contenu dans le ballon, calculé aux mêmes température et pression (table 53); si $p > p'$, on retranche du poids de l'air la différence $p - p'$. Soit P le nombre obtenu : la densité du gaz est égale à $\frac{P.(1 + \alpha t).760}{v.H.0{,}0012935}$. Pour $1 + \alpha t$, voyez table 56. Valeur du log $\frac{0{,}0012935}{760\,(1 + \alpha t)}$ inverse, à retrancher, voyez table 58.

Méthode Bunsen. — On remplit l'éprouvette d'air, on l'enfonce dans le mercure jusqu'au trait circulaire qu'on vise avec une lunette; on ouvre le robinet et on note le temps t écoulé entre le passage des deux repères noirs. On enlève l'ajutage, on remplit la cloche de gaz, on remet en place et on note le temps t; on prend les moyennes de deux ou trois observations. La densité du gaz $= \frac{t'^2}{t^2}$.

(53) *Poids d'un litre d'air et d'acide carbonique secs en grammes à différentes températures et pressions.* (REGNAULT.)

t^0	Air = 1^gr,					Acide carbonique = 1^gr,			
	73	74	75	76	77	74	75	76	77
10	,198	,215	,231	,248	,264	,8244	,8493	,8743	,8993
11	194	211	227	243	260	8164	8413	8662	8910
12	190	206	223	239	255	8084	8331	8579	8827
13	186	202	218	235	251	8004	8251	8498	8745
14	182	198	214	230	246	7923	8170	8417	8663
15	178	194	210	226	242	7841	8086	8331	8577
16	174	190	206	222	238	7759	8003	8248	8492
17	169	185	201	218	234	7676	7919	8162	8406
18	165	181	197	213	229	7592	7835	8078	8321
19	161	177	193	209	225	7508	7750	7992	8234
20	157	173	189	205	221	7423	7665	7906	8147
21	154	169	185	201	217	7338	7530	7818	8059
22	150	165	181	197	213	7251	7443	7730	7970
23	146	161	177	193	209	7164	7355	7641	7880
24	142	158	173	189	204	7075	7265	7551	7789
25	138	154	169	185	200	6985	7175	7460	7697

(54) *Capacité des vases de verre.* (LANDOLT et BORNSTEIN.)

Soit P le poids de mercure ou d'eau contenu dans un vase de verre à t^0, pesé à 760mm avec des poids en laiton. On aura le volume V en cc., à la température t^0 de l'observation, par la formule $V = PR$, et ce volume ramené à 0°, à 15° ou à 20° par la formule $V' = PR'$.

t^0	Vases jaugés au mercure.				Vases jaugés à l'eau.			
	R	R' à 0°	R' à 15°	R' à 20°	R	R' à 0°	R' à 15°	R' à 20°
	0,073	0,073	0,073	0.073	1,00	1,00	1,00	1,00
0	(1)5505	5505	5781	5873	(1)126	126	163	176
13	7243	7003	7280	7372	165	133	170	183
14	7376	7118	7395	7487	178	143	181	193
15	7510	7234	7510	7603	192	155	192	205
16	7644	7349	7626	7718	207	167	204	217
17	7778	7464	7741	7833	223	180	218	230
18	7911	7579	7856	7948	240	195	233	245
19	8045	7694	7971	8063	258	211	248	261
20	8179	7809	8086	8179	278	228	266	278
21	8312	7924	8201	8294	299	246	284	296
22	8446	8040	8316	8409	320	265	303	315
23	8579	8155	8432	8524	343	285	322	335
24	8713	8270	8547	8639	366	306	343	356
25	8847	8385	8662	8755	390	327	365	378
26	8980	8500	8777	8870	417	352	390	402

1. Il faut lire 0,0735505 et 1,00126 ; de même pour les autres nombres.

(55) *Multiples du coefficient de dilatation cubique du verre.* (Regnault.)

	de 0° à 100°		de 0° à 150°		de 0° à 200°		de 0° à 250°		de 0° à 300
1	0,0000276	1	0,0000284	1	0,0000291	1	0,0000298	1	0,0000306
2	0,0000552	2	0,0000568	2	0,0000582	2	0,0000596	2	0,0000612
3	0,0000828	3	0,0000852	3	0,0000873	3	0,0000894	3	0,0000918
4	0,0001104	4	0,0001136	4	0,0001164	4	0,0001192	4	0,0001224
5	0,0001380	5	0,0001420	5	0,0001455	5	0,0001490	5	0,0001530
6	0,0001656	6	0,0001704	6	0,0001746	6	0,0001788	6	0,0001836
7	0,0001932	7	0,0001988	7	0,0002037	7	0,0002086	7	0,0002142
8	0,0002208	8	0,0002272	8	0,0002328	8	0,0002384	8	0,0002448
9	0,0002484	9	0,0002556	9	0,0002619	9	0,0002682	9	0,0002754

(56) *Tables des valeurs de* 1 + 0,00367.*t* *et de leurs logarithmes pour la correction des volumes gazeux et le calcul des densités de vapeur.*

t	1+0,00367.*t*	Log.	*t*	1+0,00367.*t*	Log.
			21	1,07707	0,03224
— 2	0,99268	$\bar{1}$,99681	22	1,08074	0,03372
— 1	0,99634	$\bar{1}$,99841	23	1,08441	0,03519
0	1,00000	0,00000	24	1,08808	0,03666
1	1,00367	0,00159	25	1,09175	0,03812
2	1,00734	0,00318	26	1,09542	0,03958
3	1,01101	0,00476	27	1,09909	0,04103
4	1,01468	0,00633	28	1,10276	0,04248
5	1,01835	0,00790	29	1,10643	0,04392
6	1,02202	0,00946	30	1,11010	0,04536
7	1,02569	0,01102	31	1,11377	0,04679
8	1,02936	0,01257	32	1,11744	0,04822
9	1,03303	0,01411	33	1,12111	0,04965
10	1,03670	0,01565	34	1,12478	0,05107
11	1,04037	0,01719	35	1,12845	0,05248
12	1,04404	0,01872	36	1,13212	0,05389
13	1,04771	0,02024	37	1,13579	0,05530
14	1,05138	0,02176	38	1,13946	0,05670
15	1,05505	0,02327	39	1,14313	0,05810
16	1,05872	0,02478	40	1,14680	0,05949
17	1,06239	0,02628	41	1,15047	0,06088
18	1,06606	0,02778	42	1,15414	0,06226
19	1,06973	0,02927	43	1,15781	0,06364
20	1,07340	0,03076	44	1,16148	0,06501

t	$1+0,00367 \cdot t$	Log.	t	$1+0,00367 \cdot t$	Log.
45	1,16515	0,06638	90	1,33030	0,12395
46	1,16882	0,06775	91	1,33397	0,12515
47	1,17249	0,06911	92	1,33764	0,12634
48	1,17616	0,07049	93	1,34131	0,12753
49	1,17983	0,07182	94	1,34498	0,12872
50	1,18350	0,07317	95	1,34865	0,12990
51	1,18717	0,07451	96	1,35232	0,13108
52	1,19084	0,07585	97	1,35599	0,13226
53	1,19451	0,07719	98	1,35966	0,13343
54	1,19818	0,07852	99	1,36333	0,13460
55	1,20185	0,07985	100	1,36700	0,13577
56	1,20552	0,08117	101	1,37067	0,13693
57	1,20919	0,08249	102	1,37434	0,13809
58	1,21286	0,08389	103	1,37801	0,13925
59	1,21653	0,08512	104	1,38168	0,14041
60	1,22020	0,08643	105	1,38535	0,14156
61	1,22387	0,08772	106	1,38902	0,14271
62	1,22754	0,08903	107	1,39269	0,14385
63	1,23121	0,09033	108	1,39636	0,14499
64	1,23488	0,09162	109	1,40003	0,14613
65	1,23855	0,09291	110	1,40370	0,14727
66	1,24222	0,09420	111	1,40737	0,14847
67	1,24589	0,09548	112	1,41104	0,14954
68	1,24956	0,09676	113	1,41471	0,15067
69	1,25323	0,09803	114	1,41838	0,15179
70	1,25690	0,09930	115	1,42205	0,15291
71	1,26057	0,10057	116	1,42572	0,15403
72	1,26424	0,10183	117	1,42939	0,15515
73	1,26791	0,10309	118	1,43306	0,15626
74	1,27158	0,10434	119	1,43673	0,15737
75	1,27525	0,10559	120	1,64040	0,15848
76	1,27892	0,10684	121	1,44407	0,15959
77	1,28259	0,10809	122	1,44774	0,16069
78	1,28626	0.10933	123	1,45141	0,16179
79	1,28993	0,11057	124	1,45508	0,16289
80	1,29360	0,11180	125	1,45875	0,16398
81	1,29727	0,11303	126	1,46242	0,16507
82	1,30094	0,11426	127	1,46609	0,16616
83	1,30461	0,11548	128	1,46976	0,16725
84	1,30828	0,11670	129	1,47343	0,16833
85	1,31195	0,11792	130	1,47710	0,16941
86	1,31562	0,11913	131	1,48077	0,17049
87	1,31929	0,12034	132	1,48444	0,17156
88	1,32296	0,12155	133	1,48811	0,17263
89	1,32663	0,12275	134	1,49178	0,17370

t	$1+0,00367 \cdot t$	Log.	t	$1+0,00367 \cdot t$	Log.
135	1,49545	0,17477	180	1,66060	0,22026
136	1,49912	0,17584	181	1,66427	0,22122
137	1,50279	0,17690	182	1,66794	0,22218
138	1,50646	0,17796	183	1,67161	0,22314
139	1,51013	0,17902	184	1,67528	0,22409
140	1,51380	0,18007	185	1,67895	0,22504
141	1,51747	0,18112	186	1,68262	0,22599
142	1,52114	0,18217	187	1,58629	0,22693
143	1,52481	0,18322	188	1,68996	0,22787
144	1,52848	0,18426	189	1,69363	0,22882
145	1,53215	0,18530	190	1,69730	0,22976
146	1,53582	0,18634	191	1,70097	0,23070
147	1,53949	0,18738	192	1,70464	0,23163
148	1,54316	0,18841	193	1,70831	0,23257
149	1,54683	0,18944	194	1,71198	0,23350
150	1,55050	0,19047	195	1,71565	0,23443
151	1,55417	0,19150	196	1,71932	0,23536
152	1,55784	0,19252	197	1,72299	0,23628
153	1,56151	0,19354	198	1,72666	0,23721
154	1,56518	0,19456	199	1,73033	0,23813
155	1,56885	0,19558	200	1,73400	0,23905
156	1,57252	0,19660	201	1,73767	0,23997
157	1,57619	0,19761	202	1,74134	0,24088
158	1,57986	0,19862	203	1,74501	0,24180
159	1,58353	0,19963	204	1,74868	0,24271
160	1,58720	0,20063	205	1,75235	0,24362
161	1,59087	0,20163	206	1,75602	0,24453
162	1,59454	0,20263	207	1,75969	0,24544
163	1,59821	0,20363	208	1,76336	0,24634
164	1,60188	0,20463	209	1,76703	0,24724
165	1,60555	0,20562	210	1,77070	0,24814
166	1,60922	0,20661	211	1,77437	0,24904
167	1,61289	0,20760	212	1,77804	0,24994
168	1,61656	0,20859	213	1,78171	0,25084
169	1,62023	0,20958	214	1,78538	0,25173
170	1,62390	0,21056	215	1,78905	0,25262
171	1,62757	0,21154	216	1,79272	0,25351
172	1,63124	0,21252	217	1,79639	0,25440
173	1,63491	0,21350	218	1,80006	0,25529
174	1,63858	0,21447	219	1,80373	0,25617
175	1,64225	0,21544	220	1,80740	0,25705
176	1,64592	0,21641	221	1,81107	0,25793
177	1,64959	0,21738	222	1,81474	0,25881
178	1,65326	0,21834	223	1,81841	0,25969
179	1,65693	0,21930	224	1,82208	0,26057

t	1+0,00367.*t*	Log.	*t*	1+0,00367.*t*	Log.
225	1,82575	0,26144	270	1,99090	0,29905
226	1,82942	0,26231	271	1,99457	0,29985
227	1,83309	0,26318	272	1,99824	0,30064
228	1,83676	0,26405	273	2,00191	0,30144
229	1,84043	0,26492	274	2,00558	0,30224
230	1,84410	0,26578	275	2,00925	0,30303
231	1,84777	0,26665	276	2,01292	0,30383
232	1,85144	0,26751	277	2,01659	0,30462
233	1,85511	0,26837	278	2,02026	0,30541
234	1,85878	0,26922	279	2,02393	0,30620
235	1,86245	0,27008	280	2,02760	0,30698
236	1,86612	0,27094	281	2,03127	0.30776
237	1,86979	0,27179	282	2,03494	0,30855
238	1,87346	0.27264	283	2,03861	0,30933
239	1,87713	0,27349	284	2,04228	0,31011
240	1,88080	0,27434	285	2,04595	0,31089
241	1,88447	0,27519	286	2,04962	0,31167
242	1,88814	0,27603	287	2,05329	0,31245
243	1,89181	0,27688	288	2,05696	0,31323
244	1,89548	0,27772	289	2,06063	0,31400
245	1,89915	0,27856	290	2,06430	0,31477
246	1,90282	0,27940	291	2,06797	0,31544
247	1,90649	0,28023	292	2,07164	0,31631
248	1,91016	0,28107	293	2,07531	0,31708
249	1,91383	0,28190	294	2,07898	0.31785
250	1,91750	0,28274	295	2,08265	0,31862
251	1,92117	0,28357	296	2,08632	0,31938
252	1,92484	0,28439	297	2,08999	0,32014
253	1,92851	0,28522	298	2,09366	0.32091
254	1,93218	0,28605	299	2,09773	0,32167
255	1,93585	0,28687	300	2,10100	0,32243
256	1,93952	0,28769	301	2,10467	0,32318
257	1,94319	0,28851	302	2,10834	0,32394
258	1,94686	0,28933	303	2,11201	0,32469
259	1,95053	0,29015	304	2,11568	0,32545
260	1,95420	0,29097	305	2,11935	0,32620
261	1,95787	0,29178	306	2,12302	0,32695
262	1,96154	0,29260	307	2,12669	0,32770
263	1,96521	0,29341	308	2,13036	0,32845
264	1,96888	0,29422	309	2,13403	0,32920
265	1,97255	0,29503	310	2,13770	0,32995
266	1,97622	0,29584	311	2,14137	0,33069
267	1,97989	0,29664	312	2,14504	0,33144
268	1,98356	0,29745	313	2,14871	0,33218
269	1,98723	0,29825	314	2,15238	0,33292

t	$1+0{,}00367 \cdot t$	Log.	t	$1+0{,}00367 \cdot t$	Log.
315	2,15605	0,33366	337	2,23679	0,34963
316	2,15972	0,33440	338	2,24046	0,35034
317	2,16339	0,33513	339	2,24413	0,35105
318	2,16706	0,33587	340	2,24780	0,35176
319	2,17073	0,32661	341	2,25147	0,35247
320	2,17440	0,33734	342	2,25514	0,35317
321	2,17807	0,33807	343	2,25881	0,35388
322	2,18174	0,33880	344	2,26248	0,35458
323	2,18541	0,33953	345	2,26615	0,35529
324	2,18908	0,34026	346	2,26982	0,35599
325	2,19275	0,34099	347	2,27349	0,35669
326	2,19642	0,34172	348	2,27716	0,35739
327	2,20009	0,34244	349	2,28083	0,35809
328	2,20376	0,34316	350	2,28450	0,35879
329	2,20743	0,34389	...		
330	2,21110	0,34461	357,25	2,31111	0,36382
331	2,21477	0,34533	...		
332	2,21844	0,34605	448,3	2,64526	0.42247
333	2,22211	0,34677	...		
334	2,22578	0,34748	815	3,99105	0,60109
335	2,22945	0,34820	...		
336	2,23312	0,34891	930	4,41340	0,64474

(57) *Transformation des colonnes d'eau en colonnes de mercure, pour la lecture des volumes gazeux* [section **VIII**]. (BUNSEN.)

Millim. d'eau.	Millim. de mercure.	Millim. d'eau.	Millim. de mercure.	Millim. d'eau.	Millim. de mercure.	Millim. d'eau.	Millim. de mercure.
1	0,074	8	0,59	35	2,58	65	4,80
2	0,15	9	0,66	40	2,95	70	5,17
3	0,22	10	0,74	45	3,32	75	5,54
4	0,30	15	1,12	50	3,69	80	5,90
5	0,37	20	1,48	55	4,06	85	6,27
6	0,44	25	1,84	60	4,43	90	6,64
7	0,52	30	2,21				

(58)

Tables comprenant les valeurs de $\log \alpha = \log \frac{0,0012932}{(1 + 0,00367 \cdot t)760}$ *pour le calcul du poids de l'air et celui des densités de vapeur.*

Nota. — Ajouter 0,000097 aux logarithmes pour la nouvelle valeur du poids de l'air = 0,00129349.

t.	Log. α.	*t.*	Log. α.	*t.*	Log. α.	*t.*	Log. α.
—5	$\bar{6}$.23889	31	$\bar{6}$.184056	67	$\bar{6}$.135372	103	$\bar{6}$.092599
—4	23727	32	182627	68	134095	104	090444
—3	23566	33	181203	69	132821	105	089292
—2	23405	34	179784	70	131551	106	088143
—1	23245	35	178369	71	130285	107	086997
0	230852	36	176959	72	129022	108	085854
1	229261	37	175554	73	127763	109	084714
2	227666	38	174153	74	126508	110	083577
3	226096	39	172756	75	125256	111	082443
4	224523	40	171364	76	124008	112	081312
5	222955	41	169976	77	122764	113	080184
6	221392	42	168593	78	121523	114	079059
7	219835	43	167214	79	120286	115	077937
8	218284	44	165840	80	119052	116	076817
9	216739	45	164470	81	117821	117	075701
10	215199	46	163104	82	116594	118	074587
11	213664	47	161742	83	115371	119	073476
12	212135	48	160385	84	114151	120	072369
13	210611	49	159032	85	112934	121	071263
14	209092	50	157683	86	111721	122	070161
15	207579	51	156339	87	110511	123	069062
16	206071	52	154998	88	109305	124	067965
17	204568	53	153664	89	108102	125	066871
18	203070	54	152336	90	106902	126	065780
19	201577	55	151001	91	105706	127	064691
20	200090	56	149677	92	104512	128	063605
21	198608	57	148357	93	103323	129	062522
22	197130	58	147041	94	102136	130	061442
23	195658	59	145729	95	100952	131	060364
24	194191	60	144421	96	099772	132	059289
25	192728	61	143116	97	098595	133	058217
26	191271	62	141816	98	097421	134	057147
27	189818	63	140520	99	096251	135	056080
28	188371	64	139227	100	095083	136	055015
29	186928	65	137938	101	093919	137	053953
30	185490	66	136653	102	092758	138	052894

$$\log \frac{0{,}0012932}{(1 + 0{,}00367\ t)\ 760} = \log \alpha.$$

t.	Log. *α.*	*t.*	Log. *α.*	*t.*	Log. *α.*	*t.*	Log. *α.*
139	$\bar{6}$.051837	180	$\bar{6}$.010587	221	$\bar{7}$.972916	262	$\bar{7}$.938254
140	050783	181	009628	222	972037	263	937443
141	049732	182	008671	223	971160	264	936632
142	048682	183	007717	224	970284	265	935824
143	047636	184	006764	225	969410	266	935016
144	046592	185	005814	226	968538	267	934211
145	045550	186	004866	227	967668	268	933406
146	044511	187	003919	228	966799	269	932604
147	043475	188	002975	229	965932	270	931802
148	042441	189	002033	230	965067	271	931002
149	041409	190	001093	231	964204	272	930204
150	040380	191	000155	232	963342	273	929407
151	039358	192	$\bar{7}$.999219	233	962482	274	928612
152	038329	193	998285	234	961624	275	927818
153	037307	194	997353	235	960767	276	927025
154	036287	195	996423	236	959912	277	926234
155	035270	196	995495	237	959059	278	925444
156	034255	197	994569	238	958207	279	924656
157	033243	198	993645	239	957357	280	923869
158	032233	199	992723	240	956509	281	923084
159	031225	200	991803	241	955662	282	922300
160	030220	201	990884	242	954817	283	921518
161	029217	202	989968	243	953974	284	920736
162	028216	203	989054	244	953132	285	919957
163	027218	204	988141	245	952292	286	919178
164	026222	205	987231	246	951454	287	918401
165	025228	206	986322	247	950617	288	917626
166	024236	207	985416	248	949782	289	916852
167	023247	208	984511	249	948948	290	916079
168	022260	209	983608	250	948116	291	915307
169	021275	210	982707	251	947286	292	914537
170	020292	211	981807	252	946457	293	913769
171	019312	212	980910	253	945630	294	913001
172	018334	213	980015	254	944804	295	912235
173	017358	214	979121	255	943980	296	911471
174	016384	215	978229	256	943157	297	910707
175	015412	216	977339	257	942336	298	909945
176	014444	217	976451	258	941517	299	909185
177	013476	218	975565	259	940699	300	908426
178	012510	219	974680	260	939883		
179	011547	220	973797	261	939068		

Section VII. — Aréométrie.

(59) *Comparaison des échelles de Beck et de Baumé pour les liquides plus lourds que l'eau avec les densités.*

Degrés Baumé ou Beck.	Densités correspondantes		Degrés Baumé ou Beck.	Densités correspondantes	
	Baumé.	Beck.		Baumé.	Beck.
0	1,0000	1,0000	37	1,3447	1,2782
1	1,0069	1,0059	38	1,3574	1,2879
2	1,0140	1,0119	39	1,3703	1,2977
3	1,0212	1,0180	40	1,3834	1,3077
4	1,0285	1,0241	41	1,3968	1,3178
5	1,0358	1,0303	42	1,4105	1,3281
6	1,0434	1,0366	43	1,4244	1,3386
7	1,0509	1,0429	44	1,4386	1,3492
8	1,0587	1,0494	45	1,4531	1,3600
9	1,0665	1,0559	46	1,4678	1,3710
10	1,0744	1,0625	47	1,4828	1,3821
11	1,0825	1,0692	48	1,4984	1,3934
12	1,0907	1,0759	49	1,5141	1,4050
13	1,0990	1,0828	50	1,5301	1,4167
14	1,1074	1,0897	51	1,5466	1,4286
15	1,1160	1,0968	52	1,5633	1,4407
16	1,1247	1,1039	53	1,5804	1,4530
17	1,1335	1,1111	54	1,5978	1,4655
18	1,1425	1,1184	55	1,6158	1,4783
19	1,1516	1,1258	56	1,6342	1,4912
20	1,1608	1,1333	57	1,6529	1,5044
21	1,1702	1,1409	58	1,6720	1,5179
22	1,1798	1,1486	59	1,6916	1,5315
23	1,1896	1,1565	60	1,7116	1,5454
24	1,1994	1,1644	61	1,7322	1,5596
25	1,2095	1,1724	62	1,7532	1,5741
26	1,2198	1,1806	63	1,7748	1,5888
27	1,2301	1,1888	64	1,7969	1,6038
28	1,2407	1,1972	65	1,8195	1,6190
29	1,2515	1,2057	66	1,8428	1,6346
30	1,2624	1,2143	67	1,8667	1,6505
31	1,2736	1,2230	68	1,8912	1,6667
32	1,2849	1,2319	69	1,9163	1,6832
33	1,2965	1,2409	70	1,9421	1,7000
34	1,3082	1,2500	71	1,9686	
35	1,3202	1,2593	72	1,9959	
36	1,3324	1,2680			

Un travail récent de MM. Berthelot, Coulier et d'Almeida a fixé avec exactitude le rapport qui *doit* exister, d'après la définition donnée par Baumé du 15e degré de son pèse-sel, entre les densités et les indications de l'aréomètre. La table **60** servira à évaluer les densités d'après les degrés des instruments gradués selon les indications de ces savants.

(60) *Table des densités à + 12°,5, correspondant aux degrés d'un aréomètre Baumé construit d'après les indications de MM. Berthelot, Coulier et d'Almeida.*

0	0.999 5	19	1,146	38	1,343	57	1,621
1	1,006	20	1,155	39	1,355	58	1,639
2	1,013	21	1,164	40	1,367	59	1,657 5
3	1,020	22	1,173	41	1,380	60	1,676
4	1,027	23	1,182 5	42	1,393	61	1,695
5	1,034	24	1,192	43	1,406	62	1,715
6	1,041	25	1,201 5	44	1,419 5	63	1,735
7	1,048 5	26	1,211	45	1,433 5	64	1,755 5
8	1,056	27	1,221	46	1,447 5	65	1,776 5
9	1,064	28	1,231	47	1,461 5	66	1,798
10	1,071 5	29	1,241 5	48	1,476	67	1,820
11	1,079	30	1,252	49	1,491	68	1,842 5
12	1,087	31	1,263	50	1,506	69	1,866
13	1,095	32	1,273 5	51	1,521 5	70	1,890
14	1,103	33	1,284	52	1,537	71	1,915
15	1,111 6	34	1,296	53	1,553 5	72	1,939
16	1,120	35	1,307	54	1,570	73	1,965
17	1,128 5	36	1,319	55	1,587	74	1,991
18	1,137	37	1,331	56	1,604	75	2,018

(61) *Poids d'un litre de liquide pesé dans l'air à + 12°,5 ou + 15° sous la pression de 0.760 avec des poids de laiton, d'après les indications de l'aréomètre ci-dessus.*

Multiplier le nombre de la table **60** par 1000 et retrancher une unité.

Exemple. Un liquide marquant 25 degrés B à + 15° possède une densité de 1.2015. Les poids de laiton qui feront équilibre au litre de ce liquide dans l'air seront 1200^{gr},5.

(62) *Comparaison des aréomètres moins lourds que l'eau et densités à + 15° des mélanges d'eau et d'alcool contenant pour 100 volumes* n *volumes d'alcool absolu* (n = *degrés Gay-Lussac*).

Degrés.				Degrés.			
Baumé.	Cartier.	Gay-Lussac.	Poids spécifique.	Baumé.	Cartier.	Gay-Lussac.	Poids spécifique.
10	10	0	1,000			35	0,960
		1	0,999			36	0,959
		2	0,997		16	37	0,957
		3	0,996			38	0,956
		4	0,994	17		39	0,954
11	11	5	0,993			40	0,953
		6	0,992		17	41	0,951
		7	0,990			42	0,949
		8	0,989	18		43	0,948
		9	0,988			44	0,946
12		10	0,987			45	0,945
	12	11	0,986		18	46	0,943
		12	0,984	19		47	0,941
		13	0,983			48	0,940
		14	0,982			49	0,938
		15	0,981	20	19	50	0,936
		16	0,980			51	0,934
13		17	0,979			52	0,932
	13	18	0,978	21	20	53	0,930
		19	0,977			54	0,928
		20	0,976			55	0,926
		21	0,975	22	21	56	0,924
		22	0,974			57	0,922
14		23	0,973			58	0,920
		24	0,972	23	22	59	0,918
	14	25	0,971			60	0,915
		26	0,970			61	0,913
		27	0,969	24	23	62	0,911
		28	0,968			63	0,909
15		29	0,967	25		64	0,906
		30	0,966		24	65	0,904
		31	0,965			66	0,902
	15	32	0,964	26		67	0,899
		33	0,963		25	68	0,896
16		34	0 962	27		69	0,893

(63) *Formule des aréomètres.*

Degrés.				Degrés.			
Baume.	Cartier.	Gay-Lussac.	Poids spécifique.	Baumé.	Cartier.	Gay-Lussac.	Poids spécifique.
	26	70	0,891	36	34	86	0,848
28		71	0,888			87	0,845
	27	72	0,886	37	35	88	0,842
29		73	0,884	38	36	89	0,838
	28	74	0.881			90	0,835
30		75	0,879	39	37	91	0,832
		76	0.876			92	0,829
31	29	77	0.874	40	38	93	0,826
		78	0,871	41		94	0,822
32	30	79	0,868	42	39	95	0,818
		80	0,865	43	40	96	0,814
33	31	81	0,863	44	41	97	0.810
		82	0,860	45	42	98	0,805
34	32	83	0,857	46	43	99	0,800
35		84	0,854	47	44	100	0,795
	33	85	0,851	48			0,791

NOTA. Si la température est de 15° + n, il faut retrancher (0,4) n degrés alcoométriques pour avoir la richesse alcoolique. Il faut les ajouter au contraire si $t = 15° - n$.

On emploie pour l'éther les degrés Baumé suivants :

56° = 0,758 ; 60° = 0,742 ; 62° = 0,735 ; 66° = 0,720.

Soit g le degré marqué par un aréomètre, d la densité de la solution ; on a pour les aréomètres suivants la formule générale $d = \frac{m}{m \pm g}$, en appelant m un facteur déterminé ; $+ g$ s'emploie dans le cas des liquides plus légers que l'eau, $- g$ avec les liquides plus lourds.

Pour l'aréomètre Baumé, plus lourd que l'eau (*pèse-sels*), $m = 144$ (144,3 d'après Lunge), 145 dans les instruments américains, et 148,5 d'après l'appareil de MM. Berthelot, Coulier et d'Almeida). Le degré doit se prendre à 12°,5 de température centigrade.

Pour l'instrument de Beck, $m = 170$; température 12°,5 C.
— Brix, 400 — 15°,6 C.
— Balling, 200

Pour le *pèse-liqueur* de Baumé plus léger que l'eau, et marquant 10° dans l'eau à + 12°,5, la formule est $d = \frac{144}{134 + g}$.

Les fabriques anglaises emploient l'aréomètre de Twaddle, dont la formule est $d = \frac{0,5\,g + 100}{100}$, c'est-à-dire qu'en multipliant le degré par 5 et ajoutant 1000, on a le poids du litre en grammes.

Le densimètre de Fleischer donne l'excédent sur 100 du poids de 100 cc. en grammes, soit la partie fractionnaire de la densité, multipliée par 100.

(64) *Densités des solutions.*

Voici les formules qui permettent de diluer au degré voulu des solutions de concentration donnée, connaissant la densité, ou la richesse en sel, et en supposant que la dilution de ces solutions s'accomplisse sans contraction ni augmentation de volume.

Soit a la teneur en sel °/₀ du liquide concentré.
— b — — cherché.

Le quotient $\frac{a}{b}$ est égal à la somme des volumes du liquide concentré (1 volume) et de l'eau à ajouter.

Ainsi, soit un acide nitrique à 45° Baumé à ramener à 22°.

L'acide à 45° Baumé (table 80) renferme 77,8 °/₀ d'acide réel.
— 22° — — 29,2 —

Le rapport $\frac{77,8}{29,2} = 2,67$; il faut donc à 1 volume d'acide à 45 ajouter 1,67 volume d'eau pour le ramener à 22°.

On peut aussi résoudre le problème inverse : combien d'eau a-t-on ajouté à un produit de densité D pour obtenir 100 parties de mélange de densité d? La quantité d'eau °/₀ dans le produit $= \frac{100\left(\frac{D}{d} - 1\right)}{D - 1}$

En général, soit D la densité d'une solution de volume V : on veut l'amener à la densité d' en ajoutant un volume v de solution de densité d :

$$d' = \frac{VD + vd}{V + v} \qquad v = \frac{V(D - d')}{d' - d}$$

Une solution à	15 °/₀ de sel	en renferme	17,3 gr.	pour 100 gr. d'eau.
—	20	—	25	—
—	25	—	23,3	—
—	30	—	43	—
—	35	—	54	—
—	40	—	67	—
—	45	—	82	—
—	50	—	100	—
—	55	—	122	—
—	60	—	150	—
—	70	—	225	—

Section VIII. — Eudiométrie.

(65) *Poids et volumes des gaz pour l'eudiométrie.*

Un gaz possède le volume V à la pression H (réduite à zéro) et à la température t. Il posséderait à la pression H′ et à la température t' le volume

$$V' = V \frac{H(1 + 0{,}00367.t')}{H'(1 + 0{,}00367.t)}.$$

Son poids est $V_0 D_0 . 1{,}29...$,

c'est-à-dire $$P = \frac{V.H.D_0 . 1{,}2935}{(1 + 0{,}00367.t)\, 760}.$$

Si le volume est lu sur l'eau, on transforme la colonne d'eau en colonne de mercure (57) et l'on retranche de H la tension de la vapeur d'eau à $t°$ (39).

(66) *Réduction des volumes gazeux.*

Dans la plupart des analyses de gaz pour l'industrie, on ne pousse l'exactitude des recherches que jusqu'à 1/2 ou 1/4 % au plus, et dans ces conditions les tables de Lunge, réduites par centimètre de pression barométrique et par deux degrés de température nous semblent suffisantes.

Pour s'en servir, on ramène d'abord la hauteur barométrique à 0° (table 33), ou plus simplement en retranchant de 13 à 20°, 2mm, ou de 21 à 25°, 3mm, puis on déduit la tension de la vapeur (39) si les mesures ont été faites sur l'eau; et en face du volume lu dans la 1re colonne on trouve le volume ramené à 760 dans la colonne correspondant à la pression barométrique rectifiée. Si l'on veut pousser l'exactitude plus loin, on interpolera facilement les différences correspondant aux millimètres, en retranchant les chiffres des colonnes voisines; la différence est la correction pour 10mm, et on multipliera le 10e de cette quantité par le nombre de millimètres pour avoir la correction correspondante.

On opérera de même avec la seconde table; on lit dans la 1re colonne le volume ramené à 760mm et on trouve le volume à 0° dans la colonne qui correspond à la température du gaz.

(67) *Volumes des gaz à diverses pressions ramenés à la pression de 76.*

Volumes observés à la pression P.	P=71. Volumes à 0,76.	P=72. Volumes à 0,76.	P=73. Volumes à 0,76.	P=74. Volumes à 0,76.	P=75. Volumes à 0,76.	P=77. Volumes à 0,76.
11	10,28	10,42	10,57	10,71	10,85	11,14
12	11,21	11,37	11,53	11,68	11,84	12,16
13	12,14	12,31	12,42	12,66	12.83	13,17
14	13,08	13,26	13,45	13,63	13,82	14,17
15	14,02	14,21	14.41	14,60	14,81	15,19
16	14,95	15,15	15,37	15,58	15,79	16,21
17	15,88	16,10	16,33	16,55	16,78	17,22
18	16,82	17,05	17,29	17,52	17,77	18,23
19	17.76	18,00	18,25	18,50	18,75	19,25
20	18,68	18,95	19,21	19,47	19.74	20,26
21	19.62	19,90	20,17	20,44	20,72	21,27
22	20,55	20,84	21,13	21,42	21.71	22,28
23	21,49	21,79	22,09	22,39	22,70	23,30
24	22,43	22,74	23,05	23,36	23,69	24,41
25	23,35	23,69	24,01	24,34	24,67	25,32
26	24.29	24,64	24,97	25,31	25,66	26,34
27	25,23	25,58	25,93	26,28	26,65	27,35
28	26,16	26,53	26.89	27,26	27,63	28,36
29	27.10	27.48	27,85	28,23	28,62	29.37
30	28,03	28,42	28,82	29.21	29,60	30,39
31	28,97	29,37	29,76	30,18	30,59	31,41
32	29,90	30,32	30,74	31,15	31,58	32,43
33	30,83	31,26	31.70	32,13	32,56	33,43
34	31,77	32,21	32,66	33,10	33,55	34.45
35	32,71	33,16	33,62	34,70	34,54	35,46
36	33,64	34,10	34,58	35,05	35,52	36,47
37	34,57	35,05	35,54	36,02	36,51	37,49
38	35,50	36,00	36,50	37,00	37,50	38,50
39	36.44	36,95	37,47	37,97	38,49	39,51
40	37,38	37,89	38,42	38,95	39,47	40,52
41	38,31	38,84	39.38	39.92	40.46	41,54
42	39,23	39,79	40,34	40,89	41.44	42,55
43	40,18	40,73	41,30	41,86	42,43	43,56
44	41.11	41,68	42,27	42,84	43,42	44,58
45	42,05	42,63	43,22	43,81	44,46	45,59
46	42,98	43,58	44,18	44,78	45,39	46,60

Volumes observés à la pression P.	P=71. Volumes à 0,76.	P=72. Volumes à 0,76.	P=73. Volumes à 0,76.	P=74. Volumes à 0,76.	P=75 Volumes à 0,76.	P=77. Volumes à 0,76.
47	43,91	44,52	45,15	45,76	46,38	47,61
48	44,84	45,47	46,10	46,73	47,36	48,63
49	45,78	46,42	47,06	47,70	48,35	49,64
50	46,72	47,36	48,03	48,68	49,34	50,66
51	47,65	48,31	48,99	49,65	50,33	51,62
52	48,58	49,26	49,96	50,63	51,32	52,68
53	49,52	50,21	50,91	51,60	52,30	53,70
54	50,45	51,15	51,87	52,58	53,29	54,72
55	51,38	52,10	52,83	53,55	54,28	55,73
56	52,32	53,05	53,79	54,52	55,26	56,74
57	53,25	54,00	54,75	55,50	56,25	57,76
58	54,19	54,94	55,71	56,47	57,24	58,77
59	55,13	55,89	56,67	57,44	58,22	59,78
60	56,07	56,84	57,63	58,42	59,21	60,79
61	57,00	57,79	58,59	59,39	60,20	61,81
62	57,93	58,74	59,55	60,36	61,19	62,82
63	58,87	59,68	60,51	61,34	62,17	63,84
64	59,80	60,63	61,47	62,32	63,16	64,85
65	60,74	61,58	62,43	63,28	64,65	65,86
66	61,67	62,52	63,39	64,26	65,13	66,88
67	62,60	63,47	64,35	65,23	66,12	67,89
68	63,54	64,42	65,31	66,20	67,10	68,90
69	64,47	65,37	66,27	67,18	68,09	69,91
70	65,40	66,32	67,24	68,16	69,08	70,92
71	66,34	67,26	68,20	69,13	70,07	71,94
72	67,27	68,21	69,16	70,11	71,05	72,95
73	68,20	69,16	70,12	71,08	72,04	73,97
74	69,11	70,11	71,08	72,05	73,03	74,98
75	70,07	71,05	72,04	73,02	74,01	75,99
76	71,01	72,00	73,00	74,00	75,00	77,01
77	71,94	72,95	73,96	74,97	75,99	78,02
78	72,87	73,89	74,92	75,95	76,97	79,03
79	73,80	74,84	75,88	76,92	77,96	80,04
80	74,74	75,78	76,84	77,90	78,94	81,06
81	75,67	76,74	77,80	78,87	79,93	82,07
82	76,60	77,68	78,76	79,84	80,92	83,09
83	77,54	78,63	79,72	80,82	81,91	84,10
84	78,47	79,57	80,68	81,79	82,90	85,11
85	79,41	80,53	81,64	82,76	83,88	86,13

Volumes observés à la pression P.	P=71. Volumes à 0,76.	P=72. Volumes à 0,76.	P=73. Volumes à 0,76.	P=74. Volumes à 0,76.	P=75. Volumes à 0,76.	P=77. Volumes. à 0,76.
86	80,34	81,47	82,60	83,73	84,87	87,14
87	81,28	82,42	83,56	84.81	85.86	88,15
88	82,21	83,36	84,52	85,68	86,84	89,17
89	83,15	84,31	85 48	86,66	87,82	90,18
90	84,09	85,26	86,45	87,63	88,81	91,19
91	85,02	86,21	87.41	88,61	89,80	92,21
92	85,95	87,16	88,37	89,58	90,79	93,22
93	86,89	88,11	89,33	90,55	91,77	94,23
94	87,82	89,85	90,29	91,52	92,76	95,24
95	88,76	90,00	91,25	92,50	93,74	96,26
96	89,69	90,95	92,21	93,57	94.73	97,27
97	90,62	91,89	93,17	94,45	95,72	98,29
98	91,56	92,84	94,13	95,42	96,70	99,30
99	92,49	93,79	95,09	96,39	97,69	100,31
100	93,42	94,74	96,05	97,37	98,68	101,32

(68) *Volumes des gaz à diverses températures ramenés à zéro.*

Volumes observés à t°.	t°=12°. Volumes à zéro.	t°=14°. Volumes à zéro.	t°=16°. Volumes à zéro.	t°=18°. Volumes à zéro.	t°=20°. Volumes à zero.	t°=22°. Volumes à zéro.	t°=24°. Volumes à zéro.
11	10,53	10,46	10,39	10,32	10,25	10,18	10,11
12	11,49	11,42	11,38	11,26	11,10	11,11	11,03
13	12,45	12,36	12,28	12,20	12,11	12,03	11,95
14	13,41	13,31	13,23	13,13	13,04	12.96	12,87
15	14,37	14,27	14,17	14,07	13,97	13,88	13,79
16	15,32	15,22	15,11	15,01	14.91	14.81	14,71
17	16,28	16,17	16,06	15,95	15,84	15,73	15,63
18	17,24	17,12	17,00	16,89	16,76	16.66	16,55
19	18,20	18,07	17,95	17,83	17,70	17,58	17,47
20	19,16	19,03	18,89	18,76	18,64	18,51	18,39
21	20,12	19,98	19.84	19.70	19,57	19,43	19,31
22	21,08	20,93	20,78	20.64	20,50	20,36	20,23
23	22,03	21,88	21,73	21,58	21,43	21,29	21,15

Volumes observés à $t°$.	$t° = 12°$. Volumes à zéro.	$t° = 14°$ Volumes à zéro.	$t° = 16°$. Volumes à zéro.	$t° = 18°$. Volumes à zéro.	$t° = 20°$. Volumes à zéro.	$t° = 22°$ Volumes à zéro.	$t° = 24°$. Volumes à zéro.
24	22.99	22,83	22,67	22,51	22,37	22,21	22,07
25	23,95	23,78	23,61	23,45	23,30	23,15	22.99
26	24,91	24,73	24,56	24,39	24,23	24,06	23,91
27	25,87	25,69	25,50	25,33	25,15	24,99	24,83
28	26,82	26.64	26,45	26,27	26,09	25,91	25.74
29	27,78	27,59	27,39	27,20	27.02	26.84	26,67
30	28,74	28,54	28,34	28,15	27,95	27,77	27,58
31	29,70	29,49	29,28	29,09	28,87	28,70	28,50
32	30,66	30,44	30,23	30.03	29,81	29,62	29,42
33	31.61	31,39	31,17	30,97	30,74	30,55	30.34
34	32,57	32,34	32,12	31,90	31,68	31,47	31,26
35	33,53	33,30	33,06	32,83	32,61	32.40	32,18
36	34,49	34,24	34,01	33,78	33,54	33,32	33,10
37	35.45	35,20	34,95	34,72	34,47	34,25	34.02
38	36,40	36,15	35,90	35,66	35,40	35,17	34,93
39	37,36	37,10	36,84	36,59	36,34	36.10	35,85
40	38,32	38,05	37,79	37,53	37.27	37,02	36,77
41	39,28	39,00	38,73	38,47	38,20	37,95	37,69
42	40,24	39,95	39,68	39,41	39,13	38,87	38,61
43	41,19	40,90	40,62	40,35	40,07	39,80	39,53
44	42,15	41,86	41,57	41,28	41,00	40,72	40,45
45	43,11	42.81	42,51	42,22	41,93	41,65	41,37
46	44,07	43,76	43.46	43,16	42,86	42,57	42,29
47	45,03	44,71	44,40	44,10	43.79	43,50	43,21
48	45,98	45,66	45,35	45,04	44,72	44,42	44,12
49	46.94	46,61	46,30	45,97	45,65	45,35	45,04
50	47,90	47,57	47,24	46,91	46,59	46,28	45.97
51	48,86	48,52	48,18	47,85	47,52	47,20	46,89
52	49,82	49,47	49,13	48,79	48,45	48,13	47,81
53	50,77	50,41	50,07	49,72	49,38	49,06	48,73
54	51,01	51,37	51,02	50,66	50,32	49,98	49,65
55	52,87	52,33	51.96	51,60	51,25	50,91	50,57
56	53,65	53,28	52,91	52,54	52,18	51,83	51,49
57	54,61	54,23	53.86	53,48	53,11	52,76	52,41
58	55,56	55,18	54,80	54,42	54,04	53,68	53,32
59	56,52	56,13	55,74	55,35	54,97	54,61	54,24
60	57,47	57,08	56,68	56,29	55,91	55,53	55,16
61	58,43	58,03	57,63	57,23	56,84	56,46	56,08
62	59,39	58,98	58,57	58,17	57,77	57.38	57,00
63	60,35	59,93	59,52	59,11	58,71	58,31	57,92
64	61,31	60,88	60,46	60,04	59,64	59,23	58,84

Volumes observés à $t°$.	$t° = 12°$. Volumes à zéro.	$t° = 14°$. Volumes à zéro.	$t° = 16°$. Volumes à zéro.	$t° = 18°$. Volumes à zéro.	$t° = 20°$. Volumes à zéro.	$t° = 22°$. Volumes à zéro.	$t° = 24°$. Volumes à zéro.
65	62,26	61,84	61,40	60,97	60,57	60,16	59,76
66	63,22	62,79	62,35	61,92	61,50	61,08	60,68
67	64,18	63.74	63,29	62,86	62,43	62,01	61,60
68	65,13	64,69	64,23	63,80	63,36	62,93	62,51
69	66,09	65,64	65,18	64,73	64,30	63,86	63,43
70	67,05	66,59	66,13	65,67	65,23	64.79	64,35
71	68,01	67,54	67,07	66,61	66,16	65,71	65,27
72	68,97	68,49	68 02	67,55	67,09	66,64	66,19
73	69,92	69,44	68,96	68,49	68,09	67,57	67,11
74	70.88	70,40	69,91	69,42	68,96	68,49	68,03
75	71,84	71,35	70,85	70,37	69,89	69,42	68,95
76	72,80	72,30	71,80	71,30	70,82	70,34	69,87
77	73,76	73 25	72,74	72,24	71,75	71,27	70,79
78	74,71	74.20	73,69	73,18	72,68	72,19	71,70
79	75,67	75,15	74,63	74,11	73,61	73,12	72,62
80	76,63	76,10	75,58	75,06	74,54	74,04	73,54
81	77,59	77.05	76,52	76,00	75,47	74,97	74,46
82	78,55	78,00	77 47	76,94	76,40	75,89	75,38
83	79.50	78,95	78,41	77,87	77,34	76,82	76,30
84	80,46	79,91	79.35	78,81	78,27	77,74	77,22
85	81,42	80,86	80,30	79,75	79,20	78,67	78,14
86	82,38	81,81	81,24	80,69	80,13	79,59	79,06
87	83,33	82,76	82,19	81,63	81,06	80,52	79,98
88	84,29	83,71	83,13	82,57	81,99	81,44	80,90
89	85,25	84,66	84,08	83,50	82.93	82,37	81,82
90	86,21	85,62	85,02	84,44	83,86	83,30	82,74
91	87,17	86,57	85.96	85,38	84.79	84,22	83,66
92	88,13	87,52	86.91	86,32	85,72	85,15	84,58
93	89,08	88,47	87,85	87,25	86,66	86,08	85,50
94	90,04	89.42	88.80	88,19	87,59	87,00	86,42
95	91,00	90,38	89 74	89,13	88,52	87,93	87,34
96	91,96	91,33	90,69	90,07	89,45	88,85	88,28
97	92,92	92,28	91,63	91.00	90,38	89,78	89,18
98	93,87	93,23	92.58	91,94	91,31	90,70	90,09
99	94,83	94,18	93,52	92,88	92,24	91,63	91,01
100	95,79	95,13	94,47	93,82	93,18	92,55	91,93

Section IX. — Densités des solides, liquides et gaz.

(69) *Volume et densité de l'eau distillée de 0° à 100°.* (Rossetti.)

d_t = densité à t^0, $d_0 = 1$. D_t = densité à t^0, $D_{4.07} = 1$.
v_t = volume à t^0, $v_0 = 1$. V_t = volume à t^0, $V_{4.07} = 1$.

t	d_t	v_t	D_t	V_t
0°	1,000000	1,000000	0,999871	1,000129
1	057	0,999943	928	072
2	098	902	969	031
3	120	880	991	009
4	129	871	1,000000	1,000000
5	119	881	0,999990	010
6	099	901	970	030
7	062	938	933	067
8	015	985	886	114
9	0,999953	1,000047	824	176
10	876	124	747	253
11	784	216	655	345
12	678	322	549	451
13	559	441	430	570
14	429	572	299	701
15	289	712	160	841
16	131	870	002	999
17	0,998970	1,001031	0,998841	1,001160
18	782	219	654	348
19	588	413	460	542
20	388	615	259	744
21	176	828	047	957
22	0,997956	1,002048	0,997828	1,002177
23	730	276	601	405
24	495	511	367	641
25	249	759	120	888
26	0,996994	1,003014	0,996866	1,003144
27	732	278	603	408
28	460	553	331	682
29	179	835	051	965
30	0,99589	1,00412	0,99577	1,00425
40	0,99248	1,00757	0,99235	1,00770
50	0,98832	1,01182	0,98819	1,01195
60	0,98350	1,01678	0,98338	1,01691
70	0,97807	1,02243	0,97794	1,02256
80	0,97206	1,02874	0,97194	1,02887
90	0,96568	1,03554	0,96556	1,03567
100	0,95879	1,04299	0,95866	1,04312

70) *Volume et densité du mercure entre* 0 *et* 360°, calculés par Broch, sur les mesures de Regnault.

Température.	Coefficient de dilatation moyen	Densité.	Log.	Volume de 1 gramm. de Hg en cent. cube.	Log.
	0,000	13,	1,	0,0	$\bar{2}$,
0	18179	5956	1333984	735532	8666016
10	18180	5709	1326096	736869	8673904
20	18181	5463	1318221	738207	8681779
30	18183	5218	1310358	739544	8689642
40	18186	4974	1302507	740882	8697493
50	18189	4731	1294666	742221	8705334
60	18193	4488	1286834	743561	8713166
70	18198	4246	1279012	744901	8720988
80	18203	4005	1271196	746243	8728804
90	18209	3764	1263387	747586	8736613
100	18216	3524	1255584	748931	8744416
110	18224	3284	1247786	750276	8752214
120	18232	3045	1239992	751624	8760008
130	18241	2807	1232202	752974	8767798
140	18250	2569	1224413	754325	8775587
150	18261	2331	1216626	755679	8783374
160	18272	2094	1208838	657035	8791162
170	18284	1858	1201051	758394	8798949
180	18296	1621	1193262	759755	8806738
190	18309	1385	1185471	761120	8814529
200	18323	1150	1177668	762486	8822322
210	18338	0915	1169881	763857	8830119
220	18353	0680	1162078	765230	8837922
230	18369	0445	1154270	766607	8845730
240	18386	0210	1146456	767988	8853544
250	18403	12,9976	1138636	769372	8861364
260	18421	9742	1130807	770760	8869193
270	18440	9508	1122969	772152	8877030
280	18459	9274	1115122	773549	8884878
290	18480	9041	1107264	774950	8892736
300	18500	8807	1099395	776355	8900605
310	18522	8573	1091515	777765	8908485
320	18544	8340	1083622	779180	8916378
330	18567	8107	1075715	780600	8924285
340	18591	7873	1067795	782025	8932205
350	18616	7640	1059859	783455	8940141
360	18641	7406	1051908	784891	8948092

(71) *Densités de quelques substances inorganiques.*

Les autres propriétés, tables **137** et **184**. — Minéraux, table **185**.

LIQUIDES.	
Acide carboiqune à 0°	0,95
— chlorhydrique à 0°	0,91
— cyanhydrique à 7°	0,706
— hypoazotique à 0°	1,49
— sulfureux à 0°	1,434
Ammoniaque à 0°	0,636
Azote à — 193°	0,832
Brome à 20°	3,12
Bromure phosphoreux à 0°	2,923
Chlorure antimonique à 0°	2,346
— arsénieux à 0°	2,205
— de bore	1,35
— d'étain (tétra) à 0°	2,278
— d'iode (mono) à 0°	3,18
— de phosphore (tri) à 0°	1,613
— — (oxy) à 0°	1,712
— de soufre (proto) à 0°	1,709
— de sulfuryle à 0°	1,708
— de silicium à 0°	1,524
Eau de mer	1,026
— oxygénée	1,452
Gallium surfondu à 24°	6,07
Mercure à 0°	13,596
Oxygène à — 130°	0,899
Sulfure de carbone à 0°	1,263
ÉLÉMENTS SOLIDES.	
Aluminium	2,60
Antimoine	6,71
Argent	10,53
Arsenic cristallisé	5,73
Bismuth	9,80
Bore cristallisé	2,6
Cadmium	8,60
Carbone (diamant)	3,52
— (graphite)	2,3
Charbon de cornue	1,88
Chrome	6,7
Cobalt fondu	8,6
Cuivre	8,92
Etain	7,29
Fer	7,86
— acier	7,7
— fonte grise	7,1
— — blanche	7,6
Gallium	5,95
Germanium	5,47
Indium	7,40
Iode	4,95
Iridium	22,4
Lithium	0,59
Magnésium	1,74
Manganèse	7,4
Molybdène	8,6
Nickel	8,9
Or	19,32
Osmium	22,48
Palladium	11,4
Phosphore	1,83
— rouge	2,20
— métallique	2,34
Platine fondu	21,50
Plomb	11,37
Potassium	0,87
Rhodium	12,1
Ruthénium	12,26
Sélénium noir	4,8
— rouge	4,5
Silicium cristallisé	2,39
Sodium	0,978
Soufre octaédrique	2,07
— prismatique	1,96
— mou	1,92
Tellure	6,4
Thallium	11,85
Thorium	11,00
Tungstène	19,1
Uranium	18,7
Vanadium	5,5
Zinc	7,15
OXYDES ET SELS.	
Aluminium, oxyde	3,85
— corindon	4,00

Aluminium, fluorure.....	3,10	Calcium fluorure ppté....	3,15
— sulfate crist..	1,62	— carbonateppté à froid	2,72
— Alun potass. crist.	1,72	— — — à chaud	2,95
— — sod. —	1,60	— sulfate anhydre.....	2,97
— — ammon. —	1,624	Chrome, oxyde..........	5,04
Ammonium, chlorure.....	1,52	— alun potassique...	1,84
— fluorure.....	1,21	Anhydride chromique....	2,74
— nitrate.......	1,74	Cobalt, oxyde anhydre....	5,68
— oxalate......	1,5	— peroxyde.........	5,18
— sulfate.......	1,76	Cobalticyanure de potass.	1,91
— sulfocyanure	1,31	Cuivre, oxydule.........	5,88
Antimoine, oxyde.......	5,53	— oxyde anhydre....	6,40
— sulfure ppté..	4,42	— protosulfure ppté..	5,58
Anhydride antimonique..	3,78	— bisulfure.........	3,98
Antimoine, trichlorure...	3,06	— protochlorure.....	3,53
Argent, bromure.........	6,33	— bichlorure anhydre.	3,05
— chlorure fondu...	5,55	— — crist....	2,50
— fluorure.........	5,85	— phosphure P^2Cu^3..	6,67
— iodure..........	5,62	— nitrate crist.......	2,05
— nitrate..........	4,34	— sulfate anhydre....	3,58
— oxyde..........	7,52	— — crist.......	2,272
— sulfure.........	6,85	Étain protochlorure crist..	2,70
Anhydride arsénieux crist.	3,71	— tétrachlorure......	2,28
— arsénique.....	4,09	— protosulfure.......	5,03
Baryum, oxyde..........	5,00	— bisulfure.........	4,51
— hydrate crist....	1,656	Acide stannique.........	6,95
— bioxyde........	4,96	Fer, peroxyde calciné....	5,12
— carbonate ppté..	4,275	— pentacarbonyleFe(CO)^5	1,47
— bromure crist...	3,71	— protosulfure........	4,84
— chlorure crist...	3,045	— protochlorure crist...	1,93
— iodure..........	4,91	— anhydre..........	2,53
— nitrate..........	3,23	— perchlorure subl.....	2,80
— sulfate ppté.....	4,33	— sulfate (proto) crist..	1,88
Bismuth, oxyde.........	8,15	— — ferrique anh...	3,10
— nitrate crist.....	2,78	Lithium, chlorure.......	2,04
Anhydride borique.......	1,79	— carbonate.......	2,11
Acide —	1,46	— sulfate crist.....	2,02
Cadmium bromure.......	4,79	Magnésie, peu calcinée...	3,22
— chlorure anhyd.	3,78	— très — ...	3,61
— — crist...	3,32	Magnésium, chlorure crist.	1,56
— iodure........	5,98	— sulfate.......	1,68
— sulfure ppté....	4,5	— pyrophosphate.	2,40
Calcium, oxyde.........	3,15	Manganèse, peroxyde ppté.	4,50
— hydrate...........	2,08	— chlorure crist..	1,91
— bromure anhydre...	3,32	— carbonate ppté.	3,125
— chlorure anhydre...	2,21	— sulfate crist...	2,107
— — crist......	1,65	Mercure, bioxyde.......	11,14

Mercure, protochlorure..	7,10	Sodium chlorure.........	2,10
— protosulfate....	7,56	— borate crist.........	1,72
— bichlorure.....	5,42	— carbonate anh.......	2,476
— biiodure rouge.	6,257	— — crist......	1,458
— — jaune..	6,060	— — (bi).......	2,206
— sulfate mercurique	6,47	— nitrate...............	2,244
— — mercureux.	7,56	— nitroprussiate crist..	1,71
— bisulfure ppté..	7,67	— phosphate bibas.crist.	1,54
Acide molybdique........	4,39	— sulfate anh.........	2 655
Nickel, protoxyde........	6,66	— — crist.........	1,462
— sulfate crist......	1,98	— — (bi)..........	2,742
Anhydride phosphorique.	2,39	— tungstate crist.......	3,24
Acide — ..	1,884	Anhydride sulfurique à 25°.	1,913
Chloroplatinate de potass.	3,54	Strontium, hydrate crist..	1,396
— de sodium...	2.50	— nitrate........	2,93
— d'ammonium.	2,98	Urane, nitrate crist......	2,81
Plomb, protoxyde	9,25	Zinc, oxyde.............	5,65
— minium..........	9,07	— chlorure...........	2,75
— peroxyde........	8,91	— sulfate anhydre.....	3,49
— chlorure.........	5 80	— — crist........	2,015
— iodure...........	6,16	SUBSTANCES DIVERSES.	
— sulfure artificiel..	7,13		
— carbonate ppté...	6,43	Ardoise.................	2,853
— chromate ppté....	6,29	Basalte d'Auvergne......	2,422
— nitrate...........	4,41	Calcaire grossier........	2,0
— sulfate ppté......	6,23	Caoutchouc.............	0,933
Potassium, hydrate......	2,044	Granit des Vosges.......	2,716
— chlorure.....	1.977	Grès —	2,200
— bromure.....	2,69	— à pavés...........	2,416
— iodure.......	3,07	Houille compacte........	1,33
— fluosilicate...	2,66	Ivoire..................	1,917
— carbonate....	2.29	Jayet (lignite)...........	2,259
— chlorate.....	2,31	Marbre de Carrare.......	2,717
— perchlorate..	2,52	Pierre de liais...........	2,078
— chromate.....	2,72	— meulière..........	2,483
— bichromate..	2,70	— ponce...........	2,4
— cyanure.....	1,52	Poix résine.............	1,972
— ferricyanure..	1,83	Porcelaine de Sèvres....	2,15
— ferrocyanure.	1,91	— de Berlin.....	2,3
— nitrate.......	2,09	Porphyre rouge.........	2,765
— permanganate	2,71	Poudre de guerre.......	0,858
— sulfate......	2,65	Schiste.................	2,672
— — (bi)....	2.35	Terre arable argileuse...	1,240
— sulfocyanate..	1,89	Verre ordinaire.........	2,64
Silice artif. calcinée......	2,20	— cristal............	2.95
Sodium, hydrate.........	2,13	— flint.............	3,3

(72) *Poids d'un volume d'air humide.*

Si l'air est saturé d'humidité, son poids en grammes sera donné par la formule

$$P = V \frac{1,2935}{1 + 0,00367 . t} \frac{(H - \frac{3}{8} F)}{760},$$

dans laquelle V est le volume en litres, *t* la température, H la pression et F la tension maxima de la vapeur d'eau à t^0 (voy. table 39).

Si l'air n'est pas saturé, on appelle son ***état hygrométrique*** le rapport qui existe entre la quantité de vapeur d'eau qu'il renferme et celle qu'il renfermerait s'il était saturé ; ou encore le rapport entre la tension actuelle de la vapeur d'eau qui existe dans l'air et la tension maxima de cette vapeur à la même température. Soit E ce rapport; la tension actuelle de la vapeur d'eau sera FE. C'est par cette tension qu'il faudra remplacer F dans la formule précédente pour avoir le poids d'un volume d'air humide dont l'état hygrométrique serait E.

(73) *Densités des gaz et de quelques vapeurs.*

Gaz.	Formules.	Poids molécul.	Densité trouvée, celle de l'air = 1.	Poids du litre à zéro et 0,76.
Acétylène	C^2H^2	26	0,92	1.161
Acide azoteux	Az^2O^3	76	2,63	3,40
— bromhydrique	HBr	81	2,71	3,616
— carbonique	CO^2	44	1,529	1,965
— chlorhydrique	HCl	36,5	1,256	1,628
— cyanhydrique	HCAz	27	0,948	1,210
— fluorhydrique	HFl	20	0,712	0,898
— hypoazotique	AzO^2	46	1,57 à 183^0	2,056
— hypochloreux	Cl^2O	87	3,007	3,882
— iodhydrique	HI	128	4,375	5,710
— sulfhydrique	H^2S	34	1,191	1,521
— sulfureux	SO^2	64	2,277	2,861
Air			1,000	1,2934
Ammoniac	AzH^3	17	0,590	0,761
Azote atmosphérique	Az^2		0,972	1,2572
— chimique	Az^2	28	0,967	1,2511

Gaz.	Formules.	Poids molécul.	Densité trouvée, celle de l'air = 1.	Poids du litre à zéro et 0,76.
Bioxyde d'azote	AzO	30	1,037	1,341
Brome	Br^2	160	5,524 à 227°,9	7,142
Butane	C^4H^{10}	58	2,01	2,591
Chlore	Cl^2	71	2,450 à 200°	3,167
Chlorure de bore	$BoCl^3$	117,5	3,94	5,26
— de cyanogène	CAzCl	61,5	2,131	2,875
— d'éthyle	C^2H^5Cl	64,5	2,219	2,879
— de méthyle	CH^3Cl	50,5	1,731	2,254
— de nitrosyle	AzOCl	65,5	2,31	2,926
Cyanogène	C^2Az^2	52	1,806	2,330
Ethane	C^2H^6	30	1,075	1,341
Fluor	Fl^2	38	1,26	1,706
Fluorure de bore	$BoFl^3$	68	2,31	3,05
— d'éthyle	C^2H^5Fl	48	1,70	2,149
— de méthylène	CH^2Fl^2	52	1,81	2,35
— de phosphore (tri)	PFl^3	88	3,022	3,95
— de phosphore (penta)	PFl^5	126	4,49	5,655
— de phosphore (oxy)	$POFl^3$	104	3,68	4,661
— de silicium	$SiFl^4$	104,5	3,60	4,68
Hydrogène	H^2	2	0,06926	0,08955
Hydrogène arsénié	AsH^3	78	2,695	3.49
— phosphoré	PH^3	34	1,214	1,520
Iode	I^2	254	8,716	11,3
Mercure	Hg	200	6.976	8,9
Méthane	CH^4	16	0,558	0,716
Méthylamine	CH^3AzH^2	31	1,080	1,387
Oxychlorure de carbone	$COCl^2$	99	3.505	4,417
Oxyde de carbone	CO	28	0.968	1,251
— de méthyle	C^2H^6O	46	1,617	2,06
Oxygène	O^2	32	1,1056	1,430
Protoxyde d'azote	Az^2O	44	1,614	1,969
Vapeur d'eau	H^2O	18	0,6235	0,806

La valeur du poids du litre des gaz correspond à la latitude de 45° et au niveau de la mer.

Section X. — Densités des solutions.

Nota. Ces densités, notamment celles de Gerlach, sont généralement rapportées à l'eau à $+15^0$. Pour les rapporter à l'eau à $+4^0$, c'est-à-dire pour avoir les vraies densités à $+15^0$ ou encore le poids à $+15^0$ de l'unité de volume de la solution, il faut multiplier par la densité de l'eau à $+15^0$, c'est-à-dire par 0,99916, les nombres des tables.

(74). *Densités des mélanges d'eau et d'alcool. — Cette table, dressée par le Bureau des Poids et Mesures, est déclarée légale en France par le décret du 27 décembre 1884.*

La densité est rapportée à l'eau à 15° centigrades et ramenée au vide. Le degré alcoométrique doit être lu au-dessous du ménisque; il correspond à la proportion pour 100 en volume d'alcool absolu à 15° centigrades.

Alcool %.	Densités.	Alcool %.	Densités.	Alcool %.	Densités.	Alcool %.	Densités.
1	0,99844	26	0,96981	51	0,93241	76	87500
2	99695	27	96876	52	93041	77	87234
3	99552	28	96769	53	92837	78	86965
4	99413	29	96659	54	92630	79	86692
5	99277	30	96545	55	92420	80	86416
6	99145	31	96428	56	92209	81	86137
7	99016	32	96307	57	91997	82	85854
8	98891	33	96183	58	91784	83	85567
9	98770	34	96055	59	91569	84	85275
10	98652	35	95923	60	91351	85	84979
11	98537	36	95786	61	91130	86	84678
12	98424	37	95645	62	90907	87	84372
13	98314	38	95499	63	90682	88	84060
14	98206	39	95350	64	90454	89	83741
15	98100	40	95196	65	90224	90	83415
16	97995	41	95020	66	89991	91	83081
17	97892	42	94872	67	89755	92	82738
18	97790	43	94705	68	89516	93	82385
19	97688	44	94535	69	89274	94	82020
20	97587	45	94361	70	89029	95	81641
21	97487	46	94183	71	88781	96	81245
22	97387	47	94002	72	88531	97	80829
23	97286	48	93817	73	88278	98	80390
24	97185	49	93629	74	88022	99	79926
25	97084	50	93437	75	87763	100	79433

Nota. Pour avoir la quantité d'alcool pour 100 *en poids* (x), d'après la quantité *en volume* déterminée à l'alcoomètre (v), on prend dans la

table de densité du mélange (D) et celle de l'alcool pur (d) et l'on effectue l'opération suivante : $x = v \frac{d}{D}$ (voyez table **369**).

Pour avoir la quantité d'eau y qui, ajoutée à 100 parties d'alcool marquant v degrés alcoométriques et possédant par conséquent la densité D, donnera un alcool marquant v' et d'une densité D', on effectuera l'opération suivante : $y = 100 \left(D' \frac{v}{v'} - D\right)$. (Voyez table **78.**)

(**75**) *Usage de l'Hydromètre de Sykes.*

Cet instrument, dont l'emploi est légal en Angleterre, est un aréomètre à poids et à volume variables. C'est une boule creuse de laiton portant une tige supérieure graduée de 0 à 10 et une tige inférieure formant lest sur laquelle on peut fixer des rondelles marquées 10, 20,... 90. Le nombre marqué par les rondelles doit être ajouté à celui indiqué par la graduation; ainsi supposons que l'instrument seul ou lesté avec les rondelles 10, 20, ou 30 ne plonge pas assez dans le liquide pour que la tige graduée puisse donner des indications, on fixe à l'instrument la rondelle 40 et la tige s'enfonce alors jusqu'à la division 5. Le degré lu est 45. Ce degré donne, au moyen d'une table spéciale et en tenant compte de la température, la quantité de *proof spirit* contenu dans la liqueur.

Le *Proof Spirit* (Esprit d'épreuve) est défini ainsi qu'il suit par acte du Parlement « à 51° Fahrenheit, son poids est les $\frac{12}{13}$ de celui de l'eau, à volume égal » (D = 0,92307 à 51° Fahr., ou D = 0,919 à 60° Fahr. = 15,56 centigr.).

Un liquide alcoolique est dit à 30 % *over* ou *above proof* (au-dessus de l'épreuve), si 100 volumes de cet esprit donnent par dilution avec l'eau 130 volumes de *proof spirit*. Il est dit à 30 % *under* ou *below proof* (au-dessous de l'épreuve) si 100 volumes renferment 100 — 30 ou 70 volumes de proof spirit. L'*épreuve* ancienne qui a donné le nom au *proof spirit* consistait à allumer le liquide spiritueux sur de la poudre à canon; si à la fin de la combustion la poudre s'enflammait, l'esprit était au-dessus de l'épreuve; si l'eau de l'esprit empêchait la poudre de fuser, celui-ci était au-dessous de l'épreuve.

L'alcoomètre de Sykes doit s'enfoncer jusqu'au zéro de sa graduation dans l'alcool de densité = 0,825 à + 15°,56 C. Cet alcool n'est pas absolu; c'est à peu près l'alcool à 40° Baumé : on l'appelle *Standard Alcohol*.

Nous ne donnons pas la table qui permet de passer des degrés lus sur l'instrument aux *pour cent au-dessous* ou *au-dessous de l'épreuve*. Cette table accompagne chaque instrument. Mais voici, d'après le docteur Ure, la correspondance de ces *pour cent*, qui sont très usités dans le commerce, avec les densités (à 15°,5 C., celle de l'eau à 15°,5 étant 1).

(76) *Conversion des densités des alcools en degrés* over *ou* under proof.

Over proof.	Densité.	Over proof.	Densité.	Under proof	Densité.
67 o/o	0,8156	28,0	0,8825	8,0	0,9295
65,0	0,8199	27,0	0,8840	9.0	0,9306
64,6	0,8221	26,0	0,8854	10,0	0,9318
63,1	0,8238	25,0	0,8869	11,0	0,9329
62,0	0,8259	24,0	0,8883	12,1	0,9341
61,1	0,8277	23,0	0,8897	13,1	0,9353
60,0	0,8298	21,9	0,8912	14,2	0,9364
59,1	0.8315	20,9	0,8926	15,3	0,9376
58,0	0,8336	19,9	0,8940	16,0	0,9384
57,1	0,8354	19,1	0,8951	17,1	0,9396
56,0	0,8376	18,0	0,8966	18,2	0,9407
55,0	0,8366	16,9	0,8981	19,3	0,9419
54,1	0,8413	15,9	0,8996	20,0	0,9426
53,1	0,8431	15,0	0,9008	21,2	0,9437
52,1	0,8448	13,9	0,9023	22,2	0,9448
51,1	0,8465	13,1	0,9034	23,1	0,9456
50,1	0,8482	12	0,9049	23,9	0,9464
49,1	0,8499	11,1	0,9060	25,1	0,9476
48,0	0,8516	10	0,9075	26,3	0,9488
47,0	0,8533	8,9	0,9089	27,1	0,9496
46,0	0,8550	8,0	0,9100	28,0	0,9503
45,0	0,8566	7,1	0,9111	29,2	0,9515
43,9	0,8583	5,9	0,9126	30,1	0,9522
43,1	0,8597	5,0	0,9137	35,1	0,9565
42,0	0,8615	3,9	0,9152	40,1	0,9603
41,1	0,8629	3,0	0,9163	45,0	0,9638
40	0,8646	1,9	0,9178	50,3	0,9674
39,1	0,8660	1,0	0,9189	54,8	0,9701
38,0	0,8678	Proof spirit	0,9200	60,4	0,9734
37,1	0,8692			65,3	0,9762
35,9	0,8709	Under proof		70,1	0,9790
35,0	0,8723	1,3 °/o	0,9214	75,4	0,9822
34,1	0,8737	2,2	0,9226	80,4	0,9854
32,9	0,8755	3,1	0,9237	85,2	0,9886
32,0	0,8769	4,0	0,9248	90,2	0,9922
31,0	0,8783	5,0	0,9259	95,4	0,9962
30,0	0,8797	6,0	0,9270	100	1,000
29,0	0,8811	7,0	0,9282		

(77) *Alcoomètre de Tralles.*

Cet instrument donne à + 15°,56 C. la richesse alcoolique en volume des liquides spiritueux. Il diffère à peine de celui de Gay-Lussac. Soit T le degré Tralles et D la densité à 15°,56, on a :

T = 0	D = 0,9991	T = 50	D = 0,9335	T = 85	D = 0,8488
10	0,9857	60	0,9126	90	0,8332
20	0,9751	70	0,8892	95	0,8157
30	0,9646	75	0,8765	100	0,7939
40	0,9510	80	0,8631		

(78) *Quantité d'eau à ajouter à un alcool de titre donné.*

	90 °/₀ Alcool.	85 °/₀ Alcool.	80 °/₀ Alcool.	75 °/₀ Alcool.	70 °/₀ Alcool.	65 °/₀ Alcool.	60 °/₀ Alcool.	55 °/₀ Alcool.	50 °/₀ Alcool.
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
85	6,56								
80	13,79	6,83							
75	21,89	14,48	7,20						
70	31,10	23,14	15,35	7,64					
65	41,58	33,03	24,66	16,37	8,15				
60	53,65	44,48	35,44	26,47	17,58	8,76			
55	67,87	57,90	48,07	38,32	28,63	19,02	9,47		
50	84,71	73,90	63,04	52,43	41,73	31,25	20,47	10,35	
45	105,34	93,30	81,38	69,54	57,78	46,09	34,46	22,90	11,41
40	130,80	117,34	104,01	90,76	77,58	64,48	51,43	38,46	25,55
35	163,28	148,01	132,88	117,82	102,84	87,93	70,08	58,31	43,59
30	206,22	188,57	171,05	153,53	136,34	118,94	101,71	84,54	67,45
25	266,12	245,15	224,30	203,61	182,83	162,21	141,65	121,16	100,73
20	355,80	329,84	304,01	278,26	252,58	226,98	201,43	175,96	150,55
15	505,27	471,00	436,85	402,81	368,83	334,91	301,07	267,29	233,64
10	804,50	753,65	702,89	652,21	601,60	551,06	500,50	450,19	399,85

Exemple : Pour ramener un alcool de 80 pour 100 (en vol.) au titre de 40 pour 100, on cherche dans la colonne verticale correspondante à 80 pour 100 le nombre correspondant à la ligne horizontale 40 ; vo trouve 104. Donc à 100 vol. d'alcool 80 pour 100 il faut ajouter 104 onlumes d'eau pour obtenir de l'alcool à 40 pour 100.

(79) *Densités à + 15°,5 des mélanges d'alcool méthylique et d'eau par rapport à l'eau à 4°.*

Alcool méthylique °/o.	Densités.	Alcool méthylique °/o.	Densités.	Alcool méthylique °/o.	Densités.
0	0,99907	35	0,94567	70	0,87487
5	0,99048	40	0,93697	75	0,86290
10	0,98262	45	0,92793	80	0.85035
15	0,97523	50	0,91855	85	0,83738
20	0,96808	55	0.90863	90	0,82396
25	0,96093	60	0,89798	95	0,81013
30	0,95355	65	0,88676	100	0 79589

(80) *Poids spécifiques à 15° des acides nitriques de différentes concentrations par rapport à l'eau à 4°.* (Lunge et Rey.)

Poids spécifiques à 15°/4°	Degrés Baumé.	100 parties en poids contiennent :					1 litre contient en kilogr. :				
		Az^2O^5	AzO^3H.	Acide à 36° B.	Acide à 40° B.	Acide à 48°,5.	Az^2O^5	AzO^3H.	Acide à 36°.	Acide à 40°.	Acide à 48°,5.
1,015	2,1	2,39	2,80	5,30	4,52	2.87	0,024	0,028	0,053	0,045	0,029
1,030	4,1	4,71	5,50	10,42	8,88	5,64	0,049	0,057	0,108	0,092	0,058
1,045	6,0	6,97	8,13	15,40	13,13	8,34	0,073	0,085	0,161	0,131	0,087
1,060	8,0	9,15	10,68	20,23	17,25	10,95	0,097	0,113	0,214	0,182	0,116
1,070	9,4	10,57	12,33	23,35	19,91	12,65	0,113	0,132	0,250	0.213	0,135
1,080	10,6	11,96	13,95	26,42	22,53	14.31	0,129	0,151	0,286	0,244	0,155
1,090	11,9	13,31	15,53	29,41	25,08	15,93	0,145	0,169	0,320	0,273	0,173
1,100	13,0	14,67	17,11	32,41	27,63	17,55	0,161	0,188	0,356	0,304	0,193
1,110	14,2	16,00	18,67	35,36	30,15	19,15	0,177	0,207	0,392	0,335	0,212
1,120	15,4	17,34	20,23	38,31	32,67	20,75	0,195	0,227	0,430	0,366	0,233
1,130	16,5	18,66	21,77	41,23	35,16	22,33	0,211	0,246	0,466	0,397	0,252
1,140	17,7	19,98	23,31	44,15	37,65	23,91	0.228	0,266	0,504	0,430	0,273
1,150	18,8	21,29	24,84	47,05	40,12	25,48	0,245	0,286	0,542	0,462	0,293
1,160	19,8	22,60	26,36	49,92	42.57	27,04	0,262	0,306	0,580	0,494	0,314
1,170	20,9	23,90	27,88	52,80	45,03	28,59	0,279	0,326	0,617	0,526	0,334
1,180	22	25,18	29,38	55,64	47,45	30,13	0,297	0,347	0,657	0,560	0,356
1,190	23	26,47	30,88	58,49	49,87	31,67	0,315	0,367	0,695	0,593	0,376

Poids spécifiques à $\frac{15^0}{4^0}$	Degrés Baumé.	100 parties en poids contiennent :					1 litre contient en kilogr. :				
		Az^2O^5	AzO^3H.	Acide à 36° B.	Acide à 40° B.	Acide à 48°,5.	Az^2O^5	AzO^3H.	Acide à 36°.	Acide à 40°.	Acide à 48°,5.
1,200	24	27,74	32,36	61,29	52,26	33,19	0,333	0,388	0,735	0,627	0,398
1,210	25	28,99	33,82	64,05	54,21	34,69	0,351	0,409	0,775	0,661	0,419
1,220	26	30,24	35,28	66,82	56,16	36,18	0,369	0,430	0,815	0,695	0,441
1,230	26,9	31,53	36,78	69,66	59,13	37,72	0,387	0,452	0,856	0,730	0,466
1,240	27,9	32,82	38,29	72,52	61,84	39,27	0,407	0,475	0,900	0,767	0,487
1,250	28,8	34,13	39,82	75,42	64,31	40,84	0,427	0,498	0,943	0,804	0,511
1,260	29,7	35,44	41,34	78,30	66,76	42,40	0,447	0,521	0,987	0,841	0,534
1,270	30,6	36,75	42,87	81,20	69,23	43,97	0,467	0,544	1,031	0,879	0,558
1,280	31,5	38,07	44,41	84,11	71,72	45,55	0,487	0,568	1,077	0,918	0,583
1,290	32,4	39,39	45,95	87,03	74,21	47,13	0,508	0,593	1,123	0,957	0,608
1,300	33,3	40,71	47,49	89,94	76,70	48,71	0,529	0,617	1,169	0,997	0,633
1,310	34,2	42,06	49,07	92,94	79,25	50,33	0,551	0,643	1,218	1,038	0,659
1,320	35	43,47	50,71	96,05	81,90	52,01	0,573	0,669	1,268	1,080	0,686
1,330	35,8	44,89	52,37	99,18	84,58	53,71	0,597	0.697	1,320	1,126	0,715
1,3325	36	45,26	52,80	100.00	85,27	54,15	0,603	0,704	1,333	1,137	0,722
1,340	36,6	46,35	54,07	102,41	87,32	55,46	0,621	0.725	1,373	1,171	0,744
1,350	37,4	47,82	55,79	105,67	90,10	57,22	0,645	0,753	1,427	1,216	0,772
1,360	38,2	49,35	57,57	109,03	92,97	59,05	0,671	0,783	1,483	1,265	0,803
1,370	39	50,91	59,39	112,48	95,91	60,91	0,698	0,814	1,543	1,314	0,835
1,380	39,8	52,52	61,27	116,04	98,95	62,84	0,725	0,846	1,603	1,366	0,868
1,3833	40	53,08	61,92	117,27	100.00	63,51	0,735	0,857	1,623	1,384	0,879
1,390	40,5	54,20	63,23	119,75	102,12	64,85	0,753	0,879	1,665	1,420	0,902
1,400	41,2	55,97	65,30	123,67	105,46	66,97	0,783	0,914	1,731	1,476	0,937
1,410	42	57,86	67,50	127,84	109,01	69,23	0,816	0,952	1,803	1,537	0,976
1,420	42,7	59,83	69,80	132,19	112,73	71,59	0,849	0,991	1,877	1,600	1,016
1,430	43,4	61,86	72,17	136,68	116,55	74,02	0,885	1,032	1,955	1,667	1,058
1,440	44,1	64,01	74,68	141,44	120,61	76,59	0,921	1,075	2,037	1,736	1,103
1,450	44,8	66,24	77,28	146,36	124,81	79,26	0,961	1,121	2,123	1,810	1,150
1,460	45,4	68,56	79,98	151,47	129,17	82,03	1,001	1,168	2.212	1,886	1,198
1,470	46,1	71,06	82,90	157,00	133,88	85,03	1,045	1,219	2,309	1,969	1,250
1,480	46,8	73,76	86,05	162,97	138,97	88,26	1,092	1,274	2,413	2,058	1,307
1,490	47,4	76,80	89,60	169,69	144,70	91,90	1,144	1,335	2,528	2,156	1,369
1,500	48,1	80,65	94,09	178,19	151,96	96,50	1.210	1,411	2,672	2,278	1,447
1,505	48,4	82,63	96,39	182,55	155,67	98,86	1,244	1,451	2,748	2,343	1,488
1,508	48,5	83,58	97,50	184,65	157,47	100,00	1,260	1,470	2,784	2,374	1,508
1,510	48,7	84,09	98,10	185,79	158,43	100,62	1.270	1,481	2,805	2,392	1,519
1,515	49	84,92	99,07	187,63	160,00	101,61	1.287	1,501	2,843	2,424	1,539
1,520	49,4	85,44	99,67	188,77	160,97	102,23	1,299	1,515	2,869	2.447	1,554

(81) *Poids spécifiques de l'acide chlorhydrique,* d'après Lunge et Marchlewski.

Densité à $\frac{15^0}{4^0}$ (vide)	Degrés Baumé.	100 parties en poids d'acide chim. pur contiennent				1 litre contient en Kg.			
		°/₀ HCl	°/₀ ac. à 18° B	°/₀ ac. à 20° B	°/₀ ac. à 22° B	HCl	acide à 18° B	acide à 20° B	acide à 22° B
1,005	0,7	1,15	4,08	3,58	3,25	0,012	0,041	0,036	0,033
1,010	1,4	2,14	7,60	6,66	6,04	0,022	0,077	0,067	0,061
1,015	2,1	3,12	11,08	9,71	8,81	0,032	0,113	0,099	0,089
1,020	2,7	4,13	14,67	12,86	11,67	0,042	0,150	0,131	0,119
1,025	3,4	5,15	18,30	16,04	14,55	0,053	0,188	0,164	0,149
1,030	4,1	6,15	21,85	19,16	17,38	0,064	0,225	0,197	0,179
1,035	4,7	7,15	25,40	22,27	20,20	0,074	0,263	0,231	0,209
1,040	5,4	8,16	28,99	25,42	23,06	0,085	0,302	0,264	0,240
1,045	6,0	9,16	32,55	28,53	25,88	0,096	0,340	0,298	0,270
1,050	6,7	10,17	36,14	31,68	28,74	0,107	0,380	0,333	0,302
1,055	7,4	11,18	39,73	34,82	31,59	0,118	0,419	0,367	0,333
1,060	8,0	12,19	43,32	37,97	34,44	0,129	0,459	0,403	0,365
1,065	8,7	13,19	46,87	41,09	37,27	0,141	0,499	0,438	0,397
1,070	9,4	14,17	50,35	44,14	40,04	0,152	0,539	0,472	0,428
1,075	10,0	15,16	53,87	47,22	42,84	0,163	0,579	0,508	0,460
1,080	10,6	16,15	57,39	50,31	45,63	0,174	0,620	0,543	0,493
1,085	11,2	17,13	60,87	53,36	48,40	0,186	0,660	0,579	0,523
1,090	11,9	18,11	64,35	56,41	51,17	0,197	0,701	0.615	0,558
1,095	12,4	19,06	67,73	59,37	53,86	0,209	0,742	0.650	0,590
1,100	13,0	20,01	71,11	62,33	56,54	0,220	0,782	0.686	0.622
1,105	13,6	20,97	74,52	65,32	59,26	0,232	0,823	0,722	0,655
1,110	14,2	21,92	77,89	68,28	61,94	0,243	0,865	0,758	0,687
1,115	14,9	22,86	81,23	71,21	64,60	0,255	0,906	0,794	0,719
1,120	15,4	23,82	84,64	74,20	67,31	0,267	0,948	0,831	0,754
1,125	16,0	24,78	88,06	77,19	70,02	0,278	0,991	0,868	0,788
1,130	16,5	25,75	91,50	80,21	72,76	0,291	1,034	0,906	0,822
1,135	17,1	26,70	94,88	83,18	75,45	0,303	1,077	0,944	0,856
1,140	17,7	27,66	98,29	86,17	78,16	0,315	1,121	0,982	0,891
1,1425	18,0	28,14	100,00	87,66	79,51	0,322	1,143	1,002	0,908
1,145	18,3	28,61	101,67	89,13	80,84	0,328	1,164	1,021	0,926
1,150	18,8	29,57	105,08	92,11	83,55	0,340	1,208	1,059	0,961
1,152	19,0	29,95	106,43	93,30	84,63	0,345	1,226	1,075	0,975
1,155	19,3	30,55	108,58	95,17	86,32	0,353	1,254	1,099	0,997
1,160	19,8	31,52	112,01	98,19	89,07	0,366	1,299	1,139	1,033
1,163	20 0	32,10	114,07	100,00	90,70	0,373	1,326	1,163	1,054
1,165	20,3	32,49	115,46	101,21	91,81	0,379	1,345	1,179	1,070
1,170	20,9	33,46	118,91	104,24	94,55	0,392	1,391	1,220	1,106
1,171	21,0	33,65	119,58	104,82	95,09	0,394	1,400	1,227	1,113
1,175	21,4	34,42	122,32	107,22	97,26	0,404	1,437	1,260	1,143
1,180	22,0	35,39	125,76	110,24	100,00	0,418	1,484	1.301	1,180
1,185	22,5	36,31	129,03	113,11	102,60	0,430	1,529	1,340	1,216
1,190	23,0	37,23	132,30	115,98	105,20	0,443	1,574	1,380	1,252
1,195	23,5	37,16	135,61	118,87	107,83	0,456	1,621	1,421	1,289
1,200	24,0	39,11	138,98	121,84	110,51	0,469	1,667	1,462	1,326

(82) *Poids spécifiques des solutions d'acide sulfurique,* d'après Lunge et Isler.

Poids spéc. à $\frac{15^0}{4^0}$ (vide)	Degrés Baumé.	100 parties en poids d'acide renferment				1 litre d'acide contient Kg.			
		°/o SO^3	°/o H^2SO^4	°/o acide à 60°	°/o acide à 50°	SO^3	H^2SO^4	acide à 60°	acide à 50°
1,000	0,	0,07	0,09	0,12	0,14	0,001	0,001	0,001	0,001
1,005	0,7	0,68	0,83	1,06	1,33	0,007	0,008	0,011	0,013
1,010	1,4	1,28	1,57	2,01	2,51	0,013	0,016	0,020	0,025
1,015	2,1	1,88	2,30	2,95	3,68	0,019	0,023	0,030	0,037
1,020	2,7	2,47	3,03	3,88	4,85	0,025	0,031	0,040	0,050
1,025	3,4	3,07	3,76	4,82	6,02	0,032	0,039	0,049	0,062
1,030	4,1	3,67	4,49	5,78	7,18	0,038	0,046	0,059	0,074
1,035	4,7	4,27	5,23	6,73	8,37	0,044	0,054	0,070	0,087
1,040	5,4	4,87	5,96	7,64	9,54	0,051	0,062	0,079	0,099
1,045	6,0	5,45	6,67	8,55	10,67	0,057	0,071	0,089	0,112
1,050	6,7	6,02	7,37	9,44	11,79	0,063	0,077	0,099	0,124
1,055	7,4	6,59	8,07	10,34	12,91	0,070	0,085	0,109	0,136
1,060	8,0	7,16	8,77	11,24	14,03	0,076	0,093	0,119	0,149
1,065	8,7	7,73	9,47	12,14	15,15	0,082	0,102	0,129	0,161
1,070	9,4	8,32	10,19	13,05	16,30	0,089	0,109	0,140	0,174
1,075	10,0	8,90	10,90	13,96	17,44	0,096	0,117	0,150	0,188
1,080	10,6	9,47	11,60	14,87	18,56	0,103	0,125	0,161	0,201
1,085	11,2	10,04	12,30	15,76	19,68	0,109	0,133	0,171	0,213
1,090	11,9	10,60	12,99	16,65	20,78	0,116	0,142	0,181	0,227
1,095	12,4	11,16	13,67	17,52	21,87	0,122	0,150	0,192	0,240
1,100	13,0	11,71	14,35	18,39	22,96	0,129	0,158	0,202	0,253
1,105	13,6	12,27	15,03	19,26	24,05	0,136	0,166	0,212	0,265
1,110	14,2	12,82	15,71	20,13	25,14	0,143	0,175	0,223	0,279
1,115	14,9	13,36	16,36	20,96	26,18	0,149	0,183	0,234	0,292
1,120	15,4	13,89	17,01	21,80	27,22	0,156	0,191	0,245	0,305
1,125	16,0	14,42	17,66	22,63	28,26	0,162	0,199	0,255	0,318
1,130	16,5	14,95	18,31	23,47	29,30	0,169	0,207	0,265	0,331
1,135	17,1	15,48	18,96	24,29	30,34	0,176	0,215	0,276	0,344
1,140	17,7	16,01	19,61	25,13	31,38	0,183	0,223	0,287	0,358
1,145	18,3	16,54	20,26	25,96	32,42	0,189	0,231	0,297	0,371
1,150	18,8	17,07	20,91	26,79	33,46	0,196	0,239	0,308	0,385
1,155	19,3	17,59	21,55	27,61	34,48	0,203	0,248	0,319	0,398
1,160	19,8	18,11	22,19	28,43	35,50	0,210	0,257	0,330	0,412
1,165	20,3	18,64	22,83	29,25	36,53	0,217	0,266	0,341	0,426
1,170	20,9	19,16	23,47	30,07	37,55	0,224	0,275	0,352	0,439
1,175	21,4	19,69	24,12	30,90	38,59	0,231	0,283	0,363	0,453

Poids spéc. à $\frac{15^0}{4^0}$ (vide)	Degrés Baumé.	100 parties en poids d'acide renferment				1 litre d'acide contient Kg.			
		% SO^3	% H^2SO^4	% acide à 60°	% acide à 50°	SO^3	H^2SO^4	acide à 60°	acide à 60°
1,180	22,0	20,21	24.76	31,73	39,62	0,238	0,292	0,374	0,467
1,185	22,5	20,73	25,40	32,55	40,64	0,246	0,301	0,386	0,481
1,190	23,0	21,26	26,04	33,37	41,66	0,253	0,310	0,397	0,496
1,195	23,5	21,78	26,68	34,19	42,69	0,260	0,319	0,409	0,511
1,200	24,0	22,30	27,32	35,01	43,71	0,268	0,328	0,420	0,525
1,205	24,5	22,82	27,95	35,83	44,72	0,275	0,337	0.432	0,539
1,210	25,0	23,33	28,58	36,66	45,73	0,282	0,346	0,444	0,553
1,215	25,5	23,84	29,21	37,45	46,74	0,290	0,355	0,455	0,568
1,220	26,0	24,36	29,84	38,23	47,74	0,297	0,364	0,466	0,583
1,225	26,4	24,88	30,48	39,05	48,77	0,305	0,373	0,478	0.598
1,230	26,9	25,39	31,11	39,86	49,78	0,312	0,382	0,490	0,612
1,235	27.4	25,88	31,70	40,61	50,72	0,320	0,391	0,502	0,626
1,240	27,9	26,35	32,28	41,37	51,65	0,327	0,400	0,513	0,640
1,245	28.4	26,83	32,86	42,11	52 58	0.334	0,409	0,524	0,655
1,250	28,8	27,29	33,43	42,84	53,49	0,341	0,418	0,535	0,669
1,255	29,3	27,76	34,00	43,57	54,40	0,348	0,426	0,547	0,683
1,260	29,7	28.22	34,57	44,30	55,31	0,356	0.435	0,558	0,697
1,265	30,2	28,69	35,14	45,03	56,22	0,363	0,444	0,570	0,711
1,270	30,6	29,15	35,71	45,76	57,14	0,370	0,454	0,581	0,725
1,275	31,1	29,62	36,29	46,50	58,06	0,377	0,462	0,593	0,740
1,280	31,5	30,10	36,87	47,24	58,99	0,385	0,472	0,605	0,755
1,285	32,0	30,57	37,45	47,99	59,92	0,393	0,481	0,617	0,770
1,290	32,4	31,04	38,03	48,73	60,85	0,400	0,490	0,629	0,785
1,295	32,8	31,52	38,61	49,47	61,78	0,408	0,500	0,641	0,800
1,300	33,3	31,99	39,19	50,21	62,70	0,416	0,510	0,653	0,815
1,305	33,7	32,46	39,77	50,96	63,63	0,424	0,519	0,665	0,830
1,310	34,2	32,94	40,35	51,71	64,56	0,432	0,529	0,677	0,845
1,315	34,6	33,41	40,93	52,45	65,45	0,439	0,538	0,689	0,860
1,320	35,0	33,88	41,50	53,18	66,40	0,447	0,548	0,702	0,876
1,325	35,4	34,35	42,08	53,92	67,33	0,455	0,557	0,714	0,892
1.330	35,8	34,80	42,66	54,67	68,26	0,462	0,567	0,727	0,908
1,335	36,2	35,27	43,20	55,36	69,12	0,471	0,577	0.739	0,923
1,340	36,6	35,71	43,74	56,05	69,98	0,479	0,586	0,751	0,938
1,345	37,0	36,14	44,28	56,74	70,85	0,486	0,596	0,763	0,953
1,350	37.4	36,58	44,82	57,43	71,71	0,494	0,605	0,775	0,968
1,355	37,8	37,02	45,35	58,11	72,56	0,502	0,614	0,787	0.983
1,360	38,2	37,45	45.88	58,79	73,41	0,509	0,624	0,800	0,998
1,365	38,6	37,89	46,41	59,48	74,26	0,517	0,633	0,812	1,014
1,370	39,0	38,32	46.94	60,15	75,10	0,525	0,643	0,824	1,029
1,375	39,4	38,75	47,47	60,83	75,95	0,533	0,653	0,836	1,044

Poids spéc. à $\frac{15^0}{4^0}$ (vide)	Degrés Baumé.	100 parties en poids d'acide renferment				1 litre d'acide contient Kg.			
		°/o SO^3	°/o H^2SO^4	°/o acide à 60°	°/o acide à 50°	SO^3	H^2SO^4	acide à 60°	acide à 50°
1,380	39,8	39,18	48,00	61,51	76,80	0,541	0,662	0,849	1,060
1,385	40,1	39,62	48,53	62,19	77,65	0,549	0,672	0,861	1,075
1,390	40,5	40,05	49,06	62.87	78,50	0,557	0,682	0,873	1,091
1,395	40,8	40,48	49,59	63,55	79,34	0,564	0,692	0,886	1,107
1,400	41,2	40,91	50,11	64,21	80,18	0,573	0,702	0,899	1,123
1,405	41,6	41,33	50,63	64,88	81,01	0,581	0,711	0,912	1,138
1,410	42,0	41,76	51,15	65.55	81,86	0,589	0,721	0.924	1,154
1,415	42,3	42,17	51,66	66,21	82.66	0,597	0,730	0,937	1,170
1,420	42,7	42,57	52,15	66.82	83,44	0,604	0,740	0,949	1,185
1,425	43,1	42,96	52,63	67,44	84,21	0,612	0,750	0,961	1.200
1,430	43,4	43,36	53,11	68,06	84,98	0,620	0,759	0,973	1,215
1,435	43,8	43,75	53.59	68,68	85,74	0,628	0,769	0.986	1,230
1,440	44,1	44,14	54,07	69,29	86,51	0,636	0,779	0,998	1.246
1,445	44.4	44,53	54,55	69,90	87,28	0,643	0,789	1,010	1,261
1,450	44.8	44,92	55,03	70,52	88,05	0,651	0,798	1,023	1,277
1,455	45,1	45.31	55,50	71,12	88,80	0,659	0,808	1,035	1,292
1,460	45,4	45,69	55,97	71,72	89,55	0,667	0,817	1,047	1,307
1,465	45,8	46,07	56,43	72,31	90,29	0,675	0,827	1,059	1,323
1,470	46.1	46,45	56,90	72,91	91,04	0,683	0,837	1,072	1,338
1,475	46.4	46.83	57,37	73,51	91,79	0,691	0,846	1,084	1,354
1,480	46.8	47,21	57,83	74,10	92,53	0,699	0,856	1,097	1,370
1,485	47.1	47,57	58,28	74,68	93,25	0,707	0,865	1,109	1,385
1,490	47,4	47,95	58,74	75,27	93,98	0,715	0,876	1,122	1,400
1,495	47,8	48,34	59,22	75,88	94,75	0,723	0,885	1,134	1,417
1,500	48,1	48.73	59,70	76,50	95,52	0,731	0,896	1,147	1,433
1,505	48,4	49.12	60,18	77,12	96,29	0,739	0,906	1,160	1,449
1,510	48,7	49,51	60,65	77,72	97,04	0,748	0,916	1,174	1,465
1,515	49,0	49,89	61,12	78,32	97,79	0,756	0,926	1,187	1,481
1,520	49,4	50,28	61,59	78,93	98,54	0,764	0,936	1,199	1,498
1,525	49.7	50,66	62,06	79,52	99,30	0,773	0,946	1,213	1,514
1,530	50,0	51,04	62,53	80,13	100,00	0,781	0,957	1,226	1,531
1,535	50,3	51,43	63,00	80,73	100,80	0,789	0,967	1,239	1,547
1,540	50,6	51,78	63,43	81,28	101,49	0,797	0,977	1,252	1,563
1,545	50,9	52,12	63,85	81,81	102,16	0,805	0,987	1,264	1,579
1,550	51,2	52,46	64,26	82,34	103,82	0,813	0,996	1,276	1,593
1,555	51,5	52,79	64,67	82,87	103,47	0,821	1,006	1,289	1,609
1,560	51,8	53,12	65,08	83,39	104.13	0,829	1,015	1,301	1.624
1,565	52,1	53,46	65,49	83,92	104,78	0,837	1,025	1,313	1 640
1,570	52,4	53,80	65,90	84,44	105,44	0,845	1,035	1,325	1.655
1,575	52,7	54,13	66,30	84,95	106,08	0,853	1,044	1,338	1,671

Poids spéc. à $\frac{15^0}{4^0}$ (vide)	Degrés Baumé.	100 parties en poids d'acide renferment				1 litre d'acide contient Kg.			
		°/o SO^3	°/o H^2SO^4	°/o acide à 60°	°/o acide à 50°	SO^3	H^2SO^4	acide à 60°	acide à 50°
1,580	53,0	54,46	66,71	85,48	106,73	0,861	1,054	1,351	1,686
1,585	53,3	54,80	67,13	86,03	107,41	0,869	1,064	1,364	1,702
1,590	53,6	55,18	67,59	86,62	108,14	0,877	1,075	1,377	1,719
1,595	53,9	55,55	68,05	87,20	108,88	0,886	1,085	1,391	1,737
1,600	54,1	55,93	68,51	87,79	109,62	0,895	1,096	1,405	1,754
1,605	54,4	56,30	68,97	88,38	110,35	0,904	1,107	1,419	1,772
1,610	54,7	56,68	69,43	88,97	111,09	0,913	1,118	1,432	1,789
1,615	55,0	57,05	69,89	89,56	111,82	0,921	1,128	1,446	1.806
1,620	55,2	57,40	70,32	90,11	112,51	0,930	1,139	1,460	1,823
1,625	55,5	57,75	70,74	90,65	113,18	0,938	1,150	1,473	1,840
1,630	55,8	58,09	71,16	91,19	113,86	0,947	1,160	1,486	1,857
1,635	56,0	58,43	71,57	91,71	114,51	0,955	1,170	1,499	1,873
1,640	56,3	58,77	71,99	92,25	115,18	0,964	1,181	1.513	1,889
1,645	56,6	59,10	72,40	92,77	115,84	0,972	1 192	1,526	1,905
1,650	56,9	59,45	72,82	93,29	116,51	0,981	1,202	1,540	1,922
1,655	57,1	59,78	73,23	93,81	117,17	0,989	1,212	1,553	1,939
1,660	57,4	60,11	73,64	94,36	117,82	0,998	1,222	1,566	1,956
1,665	57,7	60,46	74,07	94,92	118,51	1,007	1,233	1,580	1,973
1,670	57,9	60,82	74,51	95,48	119,22	1,016	1,244	1,595	1,991
1,675	58,2	61,20	74,97	96,07	119,95	1,025	1,256	1,609	2,009
1,680	58,4	61,57	75,42	96,65	120,67	1,034	1,267	1,623	2,027
1,685	58,7	61,93	75,86	97,21	121,38	1,043	1,278	1.638	2,046
1,690	58,9	62,29	76,30	97,77	122,08	1.053	1,289	1,652	2,064
1,695	59,2	62,64	76,73	98,32	122,77	1,062	1,301	1,667	2,082
1,700	59,5	63,00	77,17	98,89	123,47	1,071	1,312	1,681	2,100
1,705	59,7	63,35	77,60	99,44	124.16	1,080	1,323	1,696	2,117
1,710	60,0	63,70	78,04	100,00	124,86	1,089	1,334	1.710	2,136
1,715	60,2	64,07	78,48	100,56	125,57	1,099	1,346	1,725	2,154
1,720	60,4	64,43	78,92	101,13	126,27	1,108	1,357	1,739	2,172
1,725	60,6	64,78	79,36	101,69	126,98	1,118	1,369	1,754	2,191
1,730	60,9	65,14	79,80	102,25	127,68	1,127	1,381	1,769	2,209
1,735	61,1	65,50	80,24	102,82	128,38	1,136	1,392	1,784	2,228
1,740	61,4	65,86	80,68	103,38	129,09	1,146	1,404	1,799	2,247
1,745	61,6	66,22	81,12	103,95	129,79	1,156	1,416	1,814	2,265
1,750	61,8	66,58	81,56	104,52	130,49	1,165	1,427	1,829	2,284
1,755	62,1	66,94	82,00	105,08	131,20	1,175	1 439	1,845	2,303
1,760	62,3	67,30	82,44	105,64	131,90	1,185	1,451	1,859	2,321
1,765	62,5	67,65	82,88	106,21	132,61	1,194	1,463	1,874	2,340
1,770	62,8	68,02	83,32	106,77	133,31	1,204	1,475	1,890	2,359
1,775	63,0	68,49	83,90	107,51	134,24	1,216	1,489	1,908	2,381

Poids spéc. à $\frac{15°}{4°}$ (vide)	Degrés Baumé.	100 parties en poids d'acide renferment				1 litre d'acide contient Kg.			
		% SO^3	% H^2SO^4	% acide à 60°	% acide à 50°	SO^3	H^2SO^4	acide à 60°	acide à 50°
1,780	63,2	68,98	84,50	108,27	135,20	1,228	1,504	1,928	2,407
1,785	63,5	69,47	85,10	109,05	136,16	1,240	1,519	1,947	2,432
1,790	63,7	69,96	85,70	109,82	137,14	1,252	1,534	1,965	2,455
1,795	64,0	70,45	86,30	110,58	138,08	1,265	1,549	1,983	2,479
1,800	64,2	70,94	86,90	111,35	139,06	1,277	1,564	2,004	2,503
1,805	64,4	71,50	87,60	112,25	140,16	1,291	1,581	2,026	2,530
1,810	64,6	72,08	88,30	113,15	141,28	1,305	1,598	2,048	2,558
1,815	64,8	72,69	89,05	114,11	142,48	1,319	1,621	2,071	2,587
1,820	65,0	73,51	90,05	115,33	144,08	1,338	1,639	2,099	2,622
1,821	....	73,63	90,20	115,59	144,32	1,341	1,643	2,104	2,628
1,822	65,1	73,80	90,40	118,54	144,64	1,345	1,647	2,110	2,635
1,823	....	73,96	90,60	116,10	144,96	1,348	1,651	2,116	2,643
1,824	65,2	74,12	90,80	116,35	145,28	1,352	1,656	2,122	2,650
1,825	....	74,29	91,00	116,61	145,60	1,356	1,661	2,128	2,657
1,826	65,3	74,49	91,25	116,93	146,00	1,360	1,666	2,135	2,666
1,827	....	74,69	91,50	117,25	146,40	1,364	1,671	2,142	2,675
1,828	65,4	74,86	91,70	117,51	146,72	1,368	1,676	2,148	2,682
1,829	....	75,03	91,90	117,76	147,04	1,372	1,681	2,154	2,689
1,830	....	75,19	92,10	118,02	147,36	1,376	1,685	2,159	2,696
1,831	65,5	75,35	92,30	118,27	147,68	1,380	1,690	2,165	2,704
1,832	....	75,53	92,52	118,56	148,03	1,384	1,695	2,172	2,711
1,833	65,6	75,72	92,75	118,85	148,40	1,388	1,700	2,178	2,720
1,834	....	75,96	93,05	119,23	148,88	1,393	1,706	2,186	2,730
1,835	65,7	76,27	93,43	119,72	149,49	1,400	1,713	2,196	2,743
1,836	....	76,57	93,80	120,19	150,08	1,406	1,722	2,207	2,755
1,837	....	76,90	94,20	120,71	150,72	1,412	1,730	2,217	2,769
1,838	65,8	77,23	94,60	121,22	151,36	1,419	1,739	2,228	2,782
1,839	....	77,55	95,00	121,74	152,00	1,426	1,748	2,239	2,795
1,840	65,9	78,04	95,60	122,51	152,96	1,436	1,759	2,254	2,814
1,4085	....	78,33	95,95	122,96	153,52	1,441	1,765	2,262	2,825
1,8410	....	79,19	97,00	124,30	155,20	1,458	1,786	2,288	2,857
1,8415	....	79,76	97,70	125,20	156,32	1,469	1,799	2,305	2,879
1,8410	....	80,16	98,20	125,84	157,12	1,476	1,808	2,317	2,893
1,8405	....	80,57	98,70	126,48	157,92	1,483	1,816	2,328	2,906
1,8400	....	80,98	99,20	127,12	158,72	1,490	1,825	2,339	2,920
1,8395	....	81,18	99,45	127,44	159,12	1,494	1,830	2,344	2,927
1,8390	....	81,39	99,70	127,76	159,52	1,497	1,834	2,349	2,933
1,8385	....	81,59	99,95	128,08	159,92	1,500	1,838	2,355	2,940

(83) ***Réduction des degrés de l'acide sulfurique*** **entre** 65 ***et*** 66° ***Baumé à diverses températures,*** **d'après Lunge.**

On cherche les dixièmes de degré observés dans la première colonne verticale et la température observée dans la première ligne horizontale. Le chiffre qui se trouve perpendiculairement en dessous de la température observée et sur la même ligne horizontale que le degré observé, donne le degré de l'acide à 15° C.

Degrés B.	10° C.	11° C.	12° C.	13° C.	14° C.	16° C.	17° C.	18° C.	19° C.	20° C.
65,00	64,80	64,84	64,88	64,92	64,96	65,04	65,08	65,12	65,16	65,20
65,10	64,90	64,94	64,98	65,02	65,06	65,14	65,18	65,22	65,26	65,30
65,20	65,00	65,04	65,08	65,12	65,16	65,24	65,28	65,32	65,36	65,40
65,30	65,10	65,14	65,18	65,22	65,26	65,34	65,38	65,42	65,46	65,50
65,40	65,20	65,24	65,28	65,32	65,36	65,44	65,48	65,52	65,56	65,60
65,50	65,30	65,34	65,38	65,42	65,46	65,54	65,58	65,62	65,66	65,70
65,60	65,40	65,44	65,48	65,52	65,56	65,64	65,68	65,72	65,76	65,80
65,70	65,50	65,54	65,58	65,62	65,66	65,74	65,78	65,82	65,86	65,90
65,80	65,60	65,64	65,68	65,72	65,76	65,84	65,88	65,92	65,96	66,00
65,90	65,70	65,74	65,78	65,82	65,86	65,94	65,98	66,02	66,06	66,10
66,00	65,80	65,84	65,88	65,92	65,96	66,04	66,08	66,12	66,16	66,20

Degrés B.	21° C.	22° C.	23° C.	24° C.	25° C.	26° C.	27° C.	28° C.	29° C.	30° C.
65,00	65,24	65,28	65,32	65,36	65,40	65,44	65,48	65,52	65,56	65,60
65,10	65,34	65,38	65,42	65,46	65,50	65,54	65,58	65,62	65,66	65,70
65,20	65,44	65,48	65,52	65,56	65,60	65,64	65,68	65,72	65,76	65,80
65,30	65,54	65,58	65,62	65,66	65,70	65,74	65,78	65,82	65,86	65,90
65,40	65,64	65,68	65,72	65,76	65,80	65,84	65,88	65,92	65,96	66,00
65,50	65,74	65,78	65,82	65,86	65,90	65,94	65,98	66,02	66,06	66,10
65,60	65,84	65,88	65,92	65,96	66,00	66,04	66,08	66,12	66,16	66,20
65,70	65,94	65,98	66,02	66,06	66,10	66,14	66,18	66,22	66,26	66,30
65,80	66,04	66,08	66,12	66,16	66,20	66,24	66,28	66,32	66,36	66,40
65,90	66,14	66,18	66,22	66,26	66,30	66,34	66,38	66,42	66,46	66,50
66,00	66,24	66,28	66,32	66,36	66,40	66,44	66,48	66,52	66,56	66,60

(84) *Points de congélation de l'acide sulfurique entre* 58 *et* 66° *B.* (LUNGE, *Berichte d. deutsch. chem. Ges.*, 1881, p. 2649.)

Poids spécifique à 15° C.	Degrés Baumé.	Point de congélat.	Point de fusion.
1,671	58	liquide à — 20°	—
1,691	59	» » »	—
1,712	60,05	» » »	—
1,727	60,75	— 7,5°	— 7,5°
1,732	61	— 8,5	— 8,5
1,749	61,8	— 0,2	+ 4,5
1,767	62,65	+ 1,5	+ 6,5
1,778	63,20	+ 3,5	+ 8,5
1,790	63,75	+ 4,5	+ 8,0
1,807	64,45	— 9,0	— 6,0
1,822	65,15	liquide à — 20°	—
1,840	66	» » »	—

(85) *Points d'ébullition de l'acide sulfurique dilué* (LUNGE).

SO^4H^2 %.	Poids spécifiq.	Degré Baumé.	Point d'ébullit.	SO^4H^2 %.	Poids spécifiq.	Degré Baumé.	Point d'ébullit.
5	1,031	4,2	101°	70	1,615	55,0	170
10	1,069	9,2	102	72	1,639	56,3	174,5
15	1,107	13,9	103,5	74	1,661	57,4	180,5
20	1,147	18,5	105	76	1,688	58,8	189
25	1,184	22,4	106,5	78	1,710	60,0	199
30	1,224	26,4	108	80	1,733	61,0	207
35	1,265	30,2	110	82	1,758	62,2	218,5
40	1,307	33,9	114	84	1,773	63,0	227
45	1,352	37,6	118,5	86	1,791	63,8	238,5
50	1,399	41,1	124	88	1,807	64,4	251,5
53	1,428	43,3	128,5	90	1,818	65,0	262,5
56	1,459	45,4	133	91	1,824	65,30	268
60	1,503	48,3	141,5	92	1,830	65,45	274,5
62,5	1,530	50,0	147	93	1,834	65,65	281,5
65	1,557	51,6	153,5	94	1,837	65,8	288,5
67,5	1,585	53,3	161	95	1,840	65,9	295,0

Le monohydrate (100 %) bout d'après Marignac à 338°.

(86) *Densité de l'acide sulfurique fumant* (A. WINKLER).

Cette table donne : la teneur en SO^3 total ; la quantité d'anhydride sulfurique en excès sur l'acide sulfurique normal SO^4H^2, et qui se dégage du mélange par la distillation ; la quantité d'acide normal SO^4H^2 et la quantité d'acide à 66° B contenues dans 100 p. d'acide fumant, le reste étant compté comme anhydride sulfurique.

L'auteur considère l'acide sulfurique à 66° B comme contenant seulement 92,25 pour 100 d'acide normal SO^4H^2, chiffre tres différent de ceux des tables précédentes ; ce résultat se rapproche beaucoup des indications de Marignac ; mais, d'après cet auteur, l'acide normal a pour densité à 20° 1,838, tandis que Winkler trouve 1,857.

Densité à 20°.	SO^3 total.	100 p. renferment		
		SO^3 volatil.	SO^4H^2.	Acide à 66° B.
1,835	75,31		92,25	100,
1,840	77,38		94,79	91,61
1,845	79,28		97,11	83,92
1,850	80,01		98,01	80,91
1,855	80,95		99,16	77,15
1,860	81,84	1,54	98,46	73,55
1,865	82,12	2,66	97,34	72,43
1,870	82,41	4,28	95,76	71,24
1,875	82,63	5,44	94,56	70,05
1,880	82,81	6,42	93,58	69,62
1,885	82,97	7,29	92,71	68,97
1,890	83,13	8,16	91,94	68,23
1,895	83,43	9,34	90,66	67,48
1,900	83,48	10,07	89,93	66,91
1,905	83,57	10,56	89,44	66,34
1,910	83,73	11,43	88,57	65,91
1,915	84,08	13,33	86,67	64,48
1,920	84,56	15,95	84,05	62,73
1,925	85,06	18,67	81,33	60,51
1,930	85,57	21,34	78,66	58,44
1,935	86,23	25,65	74,35	55,77
1,940	86,78	28,03	71,97	53,54
1,945	87,13	29,94	70,06	52,12
1,950	87,41	31,46	68,54	50,99
1,955	87,65	32,77	67,23	50,02
1,960	88,22	35,87	64,13	47,71
1,965	88,92	39,68	60,32	44,87
1,970	89,83	44,64	55,36	41,19

(47) *Tableau donnant la teneur de l'acide sulfurique fumant en anhydride.*

(GNEHM.)

Trouvé par titrage SO^3.	L'acide contient %		Trouvé par titrage SO^3.	L'acide contient %		Trouvé par titrage SO^3.	L'acide contient %	
	H^2SO^4	SO^3.		H^2SO^4	SO^3.		H^2SO^4	SO^3.
81,6326	100	0	87,8775	66	34	93,9387	33	67
81,8163	99	1	88,0612	65	35	94,1224	32	68
82 0000	98	2	88,2448	64	36	94,3061	31	69
82,1836	97	3	88,4285	63	37	94,4897	30	70
82,3674	96	4	88,6122	62	38	94,6734	29	71
82,5510	95	5	88,7959	61	39	94,8571	28	72
82,7346	94	6	88,9795	60	40	95,0408	27	73
82,9183	93	7	89,1632	59	41	95,2244	26	74
83,1020	92	8	89,3469	58	42	95,4081	25	
83,2857	91	9	89,5306	57	43	95.5918	24	
83,4693	90	10	89,7142	56	44	95,7755	23	
83,6530	89	11	89.8979	55	45	95,9591	22	
83,8367	88	12	90,0816	54	46	96.1428	21	
84,0204	87	13	90,2653	53	47	96,3265	20	
84,2040	86	14	90,4489	52	48	96,5102	19	
84,3877	85	15	90,6326	51	49	96,6938	18	
84,5714	84	16	90,8163	50	50	96,8775	17	
84,7551	83	17	91,0000	49	51	97,0612	16	
84.9387	82	18	91,1836	48	52	97,2448	15	
85,1224	81	19	91,3673	47	53	97,4285	14	
85,3061	80	20	91,5510	46	54	97,6122	13	
85,4897	79	21	91,7346	45	55	97,7959	12	
85,6734	78	22	91,9183	44	56	97,9795	11	
85,8571	77	23	92,1020	43	57	98,1632	10	
86,0408	76	24	92,2857	42	58	98,3469	9	
86,2244	75	25	92,4093	41	59	98.5306	8	
86,4081	74	26	92,6530	40	60	98.7142	7	
86,5918	73	27	92,8367	39	61	98,8979	6	
86,7755	72	28	93,0204	38	62	99,0816	5	
86,9591	71	29	93,2040	37	63	99,2653	4	
87,1428	70	30	93,3877	36	64	99,4489	3	
87,3265	69	31	93,5714	35	65	99,6326	2	
87.5102	68	32	93,7551	34	66	99,8163	1	
87,6938	67	33						

(88) *Densités à + 15° des solutions d'acide formique donnant leur richesse en acide.*

Densités.	CH^2O^2 %.	Densités.	CH^2O^2 %.	Densités.	CH^2O^2 %.
1,025	10	1,1145	45	1,180	80
1,039	15	1,124	50	1,1905	85
1,053	20	1,1330	55	1.201	90
1,0665	25	1,142	60	1,2120	95
1,080	30	1,1515	65	1,223	100
1,0925	35	1,161	70		
1,105	40	1,1705	75		

(89) *Densités à 15° des solutions d'acides fluosilicique* (H^2SiFl^6), *bromhydrique, iodhydrique, iodique et arsénique.*

% de solution.	H^2SiFl^6.	HBr	HI	I^2O^5.	AsO^4H^3.	As^2O^5 équiv.
5	1,0407	1,038	1,045	1,0263	1,0337	4,05
10	1,0834	1,077	1,091	1,0525	1,0690	8,10
15	1,1281	1,117	1,138	1,1223	1,1061	12,15
20	1,1748	1,159	1,187	1,2093	1,1457	16,20
25	1,2235	1,204	1,239	1,2773	1,1882	20,25
30	1,2742	1,252	1,296	1,3484	1,2342	24,30
35	(1)	1,305	1,361	1,4428	1,2840	28,35
40		1,365	1,438	1,5371	1,3382	32,40
45		1,445	1,553	1,6315	1,3973	36,45
50		1,515	1,650	1,7356	1,4617	40,50
55		(2)	(3)	1,8689	1,5320	44,55
60				1,9954	1,6086	48,60
65				2,1269	1,6919	52,65
70					1,7827	56,70

(1) A 34 %, densité = 1,3162.

(2) La solution saturée a pour densité 1,78 et renferme 82 % de gaz, ou 1gr,46 HBr par centimètre cube. L'hydrate défini renferme environ 49 % de gaz et bout à 126°.

(3) La solution saturée à 14° a pour densité 2,026 ; elle renferme, sur 100gr, 67gr,1 de gaz et sur 100 cent. cub. 136gr de gaz.

L'hydrate stable bout à 126°, a pour densité 1,70 et renferme 57 % de gaz, soit 0gr,95 de gaz par centimètre cube.

(90) *Densités à + 15° des solutions d'acide acétique donnant leur richesse en acide acétique cristallisable.* (OUDEMANS.)

Densités.	$C^2H^4O^2$ %	Densités.	$C^2H^4O^2$ %	Densités.	$C^2H^4O^2$ %
1,0007	1	1,0470	35	1,0729	69
1,0022	2	1,0481	36	1,0733	70
1,0037	3	1,0492	37	1,0737	71
1,0052	4	1,0502	38	1,0740	72
1,0067	5	1,0513	39	1,0742	73
1,0083	6	1,0523	40	1,0744	74
1,0098	7	1,0533	41	1,0746	75
1,0113	8	1,0543	42	1,0747	76
1,0127	9	1,0552	43	1,0748	77
1,0142	10	1,0562	44	*idem*	78
1,0157	11	1,0571	45	*idem*	79
1,0171	12	1,0580	46	*idem*	80
1,0185	13	1,0589	47	1,0747	81
1,0200	14	1,0598	48	1,0746	82
1,0214	15	1,0607	49	1,0744	83
1,0228	16	1,0615	50	1,0742	84
1,0242	17	1,0623	51	1,0739	85
1,0256	18	1,0631	52	1,0736	86
1,0270	19	1,0638	53	1,0731	87
1,0284	20	1,0646	54	1,0726	88
1,0298	21	1,0653	55	1,0720	89
1,0311	22	1,0660	56	1,0713	90
1,0324	23	1,0666	57	1,0705	91
1,0337	24	1,0673	58	1,0696	92
1,0350	25	1,0679	59	1,0686	93
1,0363	26	1,0685	60	1,0674	94
1,0375	27	1,0691	61	1,0660	95
1,0388	28	1,0697	62	1,0644	96
1,0400	29	1,0702	63	1,0625	97
1,0412	30	1,0707	64	1,0604	98
1,0424	31	1,0712	65	1,0580	99
1,0436	32	1,0717	66	1,0553	100
1,0447	33	1,0721	67		
1,0459	34	1,0725	68		

Le rapport $\frac{D\,20^0}{D4^0}$ donne :

$C^2H^4O^2$ %	76	77	78	79	80
Densités	1,0699	1,0700	1,07	1,07	1,0693

Nota. Toutes les densités supérieures à 1,0553 correspondent à *deux* solutions de richesse très différente (65 et 90 pour 100 par exemple). Pour savoir si l'on a affaire à un mélange plus riche que celui qui correspond à la densité maxima (78 pour 100), il suffit d'ajouter un peu d'eau : la densité doit alors s'élever. C'est le contraire qui arrive si la quantité d'acide réel est inférieure à 78 pour 100.

(91) *Densités à + 17° des solutions d'acide iodique donnant leur richesse en acide iodique* (aq = H^2O).

Densités.	$IO^3H + n$ aq.	Densités.	$IO^3H + n$ aq.	Densités.	$IO^3H + n$ aq.
1,6609	IO^3H+10 aq	1,1945	IO^3H+40 aq	1,0512	IO^3H+160aq
1,3660	» +20	1,1004	» +80	1,0258	» +320

(92) *Densités à + 17° des solutions d'acide periodique donnant leur richesse en acide periodique* (aq = H^2O).

Densités.	$IO^6H^5 + n$ aq.	Densités.	$IO^6H^5 + n$ aq.	Densités.	$IO^6H^5 + n$ aq.
1,4008	IO^6H^5+20aq	1,1121	IO^6H^5+80aq	1,0288	IO^6H^5+320aq
1,2165	» +40	1,0570	» +160		

(93) *Densités à 15° des solutions d'acide phosphorique donnant leur richesse en acide et en anhydride phosphorique.* (WATTS.)

Densités.	PO^4H^3 %.	P^2O^5 %.	Densités.	PO^4H^3 %.	P^2O^5 %.
1,476	64,04	47,10	1,236	37,69	27,30
1,442	60,90	44,13	1,197	32,10	23,23
1.418	58,22	42,61	1,162	27.24	19,73
1,384	55,40	40,12	1,136	23,41	16,95
1,356	52,46	38,00	1,109	18,30	13,25
1,328	50,93	36,15	1,066	11,91	8,62
1,293	45,05	32,71	1,031	5,73	4,15
1,268	41,60	30,13	1,006	1,10	0,79

H. Schiff donne une autre table qui conduit à la formule :

$$D = 1 + 0{,}00537p + 0{,}00002886p^2 + 0{,}00000006p^3,$$

où D est la densité de la solution et p le poids de PO^4H^3 pour 100.

(94) *Densités des solutions d'acide cyanhydrique donnant leur richesse en acide cyanhydrique.*

Densités.	HCy %.	Densités.	HCy %.	Densités.	HCy %.
0,9988	1	0,9919	5	0,9811	9
0,9974	2	0,9895	6	0,9781	10
0,9958	3	0,0869	7	0,9716	11
0,9940	4	0,9840	8	0,9570	12

(95) *Densités à 15° des solutions d'acide sulfureux.*

SO^2 %	Densités à 15 par rapport à l'eau à 15°.	SO^2 %	Densités à 15 par rapport à l'eau à 15°.	SO^2 %	Densités à 15 par rapport à l'eau à 15°.
1	1,0051	6	1,0302	10	1,0504
2	1,0102	7	1,0352	11	1,0554
3	1,0152	8	1,0402	12	1,0605
4	1,0202	9	1,0453	13	1,0656
5	1,0252				

(96) *Densités de l'eau de Javel; l'eau-forte du commerce = 18° Baumé. Si on l'additionne pour 100 p. de* n *parties d'eau, elle marque :*

n.	Degr. Baumé.	*n.*	Degr. Baumé.	*n.*	Degr. Baumé.
25	14°	50	11°,9	150	7°,0
30	13,3	75	11,0	175	6,2
36	12,6	100	8,8	200	5,5
42	12,2	125	7,7		

(97) *Densités de l'eau bromée.*

Densités.	Br %	Densités.	Br %	Densités.	Br %
1,009	1,02	1,015	1,87	1,018	2,09
1,012	1,23	1,016	1,95	1,024 (satur.)	3,17

(98) *Densités des laits de chaux.*

Degrés Baumé	Densités.	CaO dans 100 k.	CaO dans 100 litres	Degrés Baumé.	Densités.	CaO dans 100 k.	CaO dans 100 litres
10	1,074	10,6	13,3	22	1,180	16,5	24,0
12	1,091	11,6	15,2	24	1,199	17,2	25,3
14	1,107	12,7	17,0	26	1,220	17,8	26,3
16	1,125	13,7	18,9	28	1,241	18,3	27,0
18	1,142	14,7	20,7	30	1,262	18,7	27,7
20	1,161	15,7	22,4				

(99) *Densités à 15° des solutions d'acides tartrique et citrique, donnant leur richesse en acide.* (Gerlach.)

Densités.	$C^4H^6O^6$ %.	Densités.	$C^4H^6O^6$ %.	Densités.	$C^4H^6O^6$ %.
1,0090	2	1,1072	22	1,2198	42
1,0179	4	1,1175	24	1,2317	44
1,0273	6	1,1282	26	1,2441	46
1,0371	8	1.1393	28	1,2568	48
1,0469	10	1,1505	30	1,2696	50
1,0565	12	1,1615	32	1,2828	52
1,0661	14	1,1726	34	1,2961	54
1,0761	16	1.1840	36	1,3093	56
1,0865	18	1,1959	38	1,3220	(saturé) 57,9
1,0969	20	1,2078	40		

Densités.	$C^6H^8O^7+H^2O$.	Densités.	$C^6H^8O^7+H^2O$	Densités	$C^6H^8O^7+H^2O$.
1,0074	2	1,1060	26	1,2204	50
1,0149	4	1,1152	28	1,2307	52
1,0227	6	1,1244	30	1,2410	54
1,0309	8	1,1333	32	1,2514	56
1,0392	10	1,1422	34	1,2627	58
1,0470	12	1,1515	36	1,2738	60
1,0549	14	1,1612	38	1,2849	62
1,0632	16	1,1709	40	1,2960	64
1,0718	18	1,1814	42	1,3071	66
1,0805	20	1,1899	44	1,3076	(saturé) 66,1
1,0889	22	1,1998	46		
1,0972	24	1,2103	48		

(100) *Densités à 17° des solutions d'acide oxalique.*

Acide crist. $C^2O^4H^2+2H^2O$.		Acide crist. $C^2O^4H^2+2H^2O$.		Acide crist. $C^2O^4H^2+2H^2O$.	
1	1,0035	5	1,0175	9	1,0315
2	1,0070	6	1,0210	10	1,0350
3	1,0105	7	1,0245	11	1,0385
4	1,0140	8	1.0280	12	1,0420
				13	1,0455

(101) *Densités à 17° des solutions de tannin de la noix de galle.*

Tannin %.	Densités.	Tannin %.	Densités.	Tannin %.	Densités.
2	1,0080	8	1,0324	14	1,0572
4	1,0160	10	1,0406	16	1.0656
6	1,0242	12	1,0489	18	1.0740
				20	1,0824

(102) *Densités des solutions alcalines à 15° vis-à-vis de l'eau à 15°.*

°/°°	AzH^3.	KHO.	NaHO.	°/°°	KHO.	NaHO.
1	0,9959	1,009	1,012	36	1,361	1,395
2	9915	017	023	37	374	405
3	9873	025	035	38	387	415
4	9831	033	046	39	400	426
5	9790	041	058	40	412	437
6	9749	049	070	41	425	447
7	9709	058	081	42	438	457
8	9670	065	092	43	450	468
9	9631	074	103	44	462	478
10	9593	083	115	45	475	488
11	9556	092	126	46	488	499
12	9520	101	137	47	499	509
13	9484	110	148	48	511	519
14	9449	119	159	49	525	529
15	9414	128	170	50	539	540
16	9380	137	181	51	552	550
17	9347	146	192	52	565	560
18	9314	155	202	53	578	570
19	9283	166	213	54	590	580
20	9251	177	225	55	604	591
21	9221	188	236	56	618	601
22	9191	198	247	57	630	611
23	9162	209	258	58	642	622
24	9133	220	269	59	655	633
25	9106	230	279	60	667	643
26	9078	241	290	61	681	654
27	9052	252	300	62	695	664
28	9026	264	310	63	705	674
29	9001	276	321	64	718	684
30	8976	288	332	65	729	695
31	8953	300	343	66	740	705
32	8929	311	353	67	754	715
33	8907	324	363	68	768	726
34	8885	336	374	69	780	737
35	8864	349	384	70	790	748

Pour avoir les oxydes anhydres, multiplier le poids de KHO par 0,8393 et celui de NaHO par 0,775.

(103) *Poids spécifiques à 15° des solutions de carbonate ammonique ordinaire.*

Poids spécifique à 15°.	Degrés Baumé.	°/₀ carbonate ammonique.	Variations du poids spécifique pour ± 1°.
1,005	0,6	1,66	0,0002
1,010	1,4	3,18	0,0002
1,015	2,1	4,60	0.0003
1,020	2,7	6,04	0,0003
1,025	3,4	7,49	0,0003
1,030	4,1	8,93	0,0004
1,035	4,7	10,35	0,0004
1,040	5,4	11,86	0,0004
1,045	6,0	13,36	0,0005
1,050	6,7	14,83	0,0005
1,055	7,4	16,16	0,0005
1,060	8,0	17,70	0,0005
1,065	8,7	19,18	0,0005
1,070	9,4	20,70	0,0005
1,075	10,0	22,25	0,0006
1,080	10,6	23,78	0,0006
1,085	11,2	25,31	0,0007
1,090	11,9	26,82	0,0007
1,095	12,4	28,33	0,0007
1,100	13,0	29,93	0,0007
1,105	13,6	31,77	0,0007
1,110	14,2	33,45	0,0007
1,115	14,9	35,08	0,0007
1,120	15,4	36,88	0,0007
1,125	16,0	38,71	0,0007
1,130	16,5	40,34	0,0007
1,135	17,1	42,20	0,0007
1,140	17,8	44,29	0,0007
1,1414	17,9	44,90	0,0007

Nota. — Les tables **103, 104, 105** et **106** sont extraites du *Vade-mecum du fabricant de produits chimiques* de M. Lunge.

(104) *Poids spécifiques des solutions de carbonate sodique à 15°.*

Poids spécifique.	Degrés Baumé.	% en poids de Na^2CO^3.	% en poids de $Na^2CO^3.10H^2O$.	1 litre contient en gr. Na^2CO^3.	1 litre contient en gr. $Na^2CO^3.10H^2O$.
1,007	1	0,67	1,807	6,8	18,2
1,014	2	1,33	3,587	13,5	36,4
1,022	3	2,09	5,637	21,4	57,6
1,029	4	2,76	7,444	28,4	76,6
1,036	5	3,43	9,251	35,5	95,8
1,045	6	4,29	11,570	44,8	120,9
1,052	7	4,94	13,323	52,0	140,2
1,060	8	5,71	15,400	60,5	163,2
1,067	9	6,37	17,180	68,0	183,3
1,075	10	7,12	19.203	76,5	206,4
1,083	11	7,88	21,252	85,3	230,2
1,091	12	8,62	23,248	94,0	253,6
1,100	13	9,43	25,432	103,7	279,8
1,108	14	10,19	27,482	112,9	304,5
1,116	15	10,95	29,532	122,2	329,6
1,125	16	11,81	31,851	132,9	358,3
1,134	17	12,43	33,600	141,0	381,0
1,142	18	13,16	35,493	150,3	405,3
1,152	19	14,24	38,405	164,1	442,4

(105) *Teneur des solutions concentrées de carbonate sodique à* 30 (1).

Poids spécifique à 30°.	Degrés Baumé.	% en poids de Na^2CO^3.	% en poids de $Na^2CO^3.10H^2O$.	1 litre contient en gr. Na^2CO^3.	1 litre contient en gr. $Na^2CO^3.10H^2O$.
1,308	34	27,97	75,48	365,9	987,4
1,297	33	27,06	73,02	351,0	947,1
1,285	32	26,04	70,28	334,6	902,8
1,274	31	25,11	67,76	319,9	863,2
1,263	30	24,18	65.24	305,4	824,1
1,252	29	23,25	62,73	291,1	785,4
1,241	28	22,29	60,15	276,6	746,3
1,231	27	21,42	57,80	263,7	711,5
1,220	26	20,47	55,29	249,7	673,8
1,210	25	19,61	52,91	237,3	640,3
1,200	24	18,76	50,62	225,1	607,4
1,190	23	17,90	48,31	214,0	577,5
1,180	22	17,04	45,97	201,1	542,6
1,171	21	16,27	43,89	190,5	514,0
1,162	20	15,49	41,79	180,0	485,7
1,152	19	14,64	39,51	168,7	455,2
1,142	18	13,79	37,21	157,5	425,0

(1) On a choisi cette température parce que des solutions concentrées ne peuvent exister à 15°.

(106) *Poids spécifiques à 15° des solutions de carbonate de potassium.*

Poids specif.	Degrés Baumé.	% K^2CO^3.	1 lit. contient en gr. K^2CO^3.	Poids spécif.	Degrés Baumé.	% K^2CO^3.	1 lit. contient en gr. K^2CO^3.
1,007	1	0,7	7	1,231	27	23,5	289
1,014	2	1,5	15	1,241	28	24,5	304
1,022	3	2,3	23	1,252	29	25,5	319
1,029	4	3,1	32	1,263	30	26,6	336
1,037	5	4,0	41	1,274	31	27,5	350
1,045	6	4,9	51	1,285	32	28,5	366
1,052	7	5,7	60	1,297	33	29,6	384
1,060	8	6,5	69	1,308	34	30,7	402
1,067	9	7,3	78	1,320	35	31,6	417
1,075	10	8,1	87	1,332	36	32,7	436
1 083	11	9,0	97	1,345	37	33,8	455
1,091	12	9,8	107	1,357	38	34,8	472
1,100	13	10,7	118	1,370	39	35,9	492
1,108	14	11,6	129	1,383	40	37,0	512
1,116	15	12,4	138	1,397	41	38,2	534
1,125	16	13,3	150	1,410	42	39,3	554
1,134	17	14,2	161	1,424	43	40,5	577
1,142	18	15,0	171	1,438	44	41,7	600
1,152	19	16,0	184	1,453	45	42,8	622
1,162	20	17,0	198	1,468	46	44,0	646
1,172	21	18,0	211	1,483	47	45,2	670
1,180	22	18,8	222	1,498	48	46,5	697
1,190	23	19,7	234	1,514	49	47,7	722
1,200	24	20,7	248	1,530	50	48,9	748
1,210	25	21,6	261	1,546	51	50,1	775
1,220	26	22,5	275	1,563	52	51,3	802

Solution saturée : 52,02 de sel ; densité : 1,5708.

(107) *Densités à + 15° des solutions aqueuses de glycérine donnant leur richesse en glycérine.* (D'après GERLACH.)

Glycérine %.	Densités à 15°.	Glycérine %.	Densités à 15°.	Glycérine %.	Densités à 15°.	Glycérine %.	Densités à 15°.
5	1,0122	55	1,1430	78	1,2074	94	1,2501
10	1,0245	60	1,1570	80	1,2130	95	1,2526
15	1,0367	62	1,1626	82	1,2184	96	1,2552
20	1,0490	64	1,1682	84	1,2238	97	1,2577
25	1,0620	66	1,1738	86	1,2292	98	1,2602
30	1,0750	68	1,1794	88	1,2346	99	1,2628
35	1,0885	70	1,1850	90	1,2400	100	1,2653
40	1,1020	72	1,1906	91	1,2425		
45	1,1155	74	1,1962	92	1,2451		
50	1,1290	76	1,2018	93	1,2476		

(108) *Densités de solutions acides et salines diverses.*

Sel % de solution.	Alun d'ammon. cristall. à 17°,5.	Alun de potassium crist. à 17°,5.	Chlorate de potass. $KClO^3$ à 19°,5.	Nitrate de potassium $KAzO^3$ à 15°.	Sulfate de potassium K^2SO^4 à 15°.	Sulfate de sodium anhydre à 19°.
1	1,0060	1,0049	1,007	1,0064	1,0082	1,0091
2	0109	0100	014	0128	0163	0182
3	0156	0152	026	0192	0245	0274
4	0200	0205	033	0257	0328	0365
5	0255	0258	039	0321	0410	0457
6	0305	0310		0387	0495	0550
7		0362		0453	0579	0644
8		0415	052	0520	0664	0737
9		0469		0586	0750	0832
10		0523	066	0652	(2)	0927
11		0578		0721		1025
12		0635		0790		(3)
13		0690		0860		
14				0929		
15				0998		
16				1070		
17				1143		
18				1215		
19				1287		
20				1360		
				(1)		

(1) Solut. sat., 21,07 % de sel, D = 1,1436. — (2) Solut. sat., 9,92 % de sel, D = 1,08305. — (3) Solut. sat., 11,95 % de sel, Na^2SO^4, D = 1,1117 ; multiplier par 2,268 pour avoir le sel cristallisé à 10 aq.

Sel °/₀ de solution.	Chlorure d'ammon. à 15°.	Chlorure de potass. à 15°.	Chlorure de sodium à 15°.	Bioxalate de potassium.	Bichr. de potassium à 20°.	Émétique.
1	1,0032	1,0065	1,0072	1,0055	1,007	1,007
2	0063	0130	0145	0110	015	012
3	0095	0195	0217	0164	022	018
4	0126	0260	0290	0218	029	027
5	0158	0325	0362	0271	037	035
6	0188	0392	0436		043	041
7	0218	0458	0511		050	
8	0248	0525	0585		056	
9	0278	0591	0659		065	
10	0308	0658	0733		073	
11	0337	0727	0810		080	
12	0366	0796	0886		090	
13	0395	0865	0962		097	
14	0432	0934	1038		103	
15	0452	1004	1115		110	
16	0480	1075	1194			
17	0509	1146	1270			
18	0537	1218	1352			
19	0565	1289	1431			
20	0593	1361	1511			
21	0620	1435	1593			
22	0648	1509	1675			
23	0675	1583	1758			
24	0703	1657	1840			
25	0730	(5)	1923			
26	0737		2010			
	(4)		(6)			

(4) Solut. sat., 26,3 °/₀ de sel, D = 1,0766. — (5) Solut. sat., 24,9 °/₀, D = 1,1723. — (6) Solut. sat., 26,4 °/₀ de sel, D = 1,2043.

(109) *Densités à 19°,5 des solutions de bromures alcalino-terreux.*

Densités.	$BaBr^2$ dans 100 p. d'eau.	Densités.	$SrBr^2$ dans 100 p. d'eau.	Densités.	$CaBr^2$ dans 100 p. d'eau.
1,1440	17,81	1,1327	16,15	1,1386	17,65
1,3005	38,83	1,2620	35,05	1,2660	35,43
1,4507	60,92	1,3784	49,51	1,3983	55,91
1,5816	81,97	1,5106	69,57	1,5214	77,04
1,7115	104,68	1,6809	98,13	1,6517	102,56

(110) *Densités à + 19°,5 des solutions des bromures de magnésium, de zinc et de cadmium, donnant leur richesse en bromure.* (KREMERS.)

Densités.	$MgBr^2$ dans 100 p. d'eau.	Densités.	$ZnBr^2$ dans 100 p. d'eau.	Densités.	$CdBr^2$ dans 100 p. d'eau.
1,0965	12,2	1,1715	20,6	1,2337	29,8
1,1864	24,5	1,3270	42,6	1,4690	64,3
1,2811	38,3	1,3371	43,9	1,6496	94,1
1,4386	64,2	1,6101	91,4		
1,5693	88,6	1,7190	112,7		
		1,8797	150,3		
		2,1095	211,1		
		2,1441	224,7		
		2,3914	318,3		

(111) *Densités à + 19°,5 des solutions d'iodure de baryum, de strontium et de calcium, donnant leur richesse en iodure.* (KREMERS.)

Densités.	BaI^2 dans 100 p. d'eau.	Densités.	SrI^2 dans 100 p. d'eau.	Densités.	CaI^2 dans 100 p. d'eau.
1,045	5	1,045	5	1,044	5
1,2157	27,0	1,2160	27,5	1,1854	24,3
1,4099	53,8	1,4329	58,4	1,3786	52,7
1,6186	85,8	1,6269	89,9	1,5558	82,4
1,7953	115,6	1,8349	127,9	1,6845	106,6
1,9535	146	1,9725	156,9	2,0065	190,4

(112) *Densités à + 19°,5 des solutions d'iodure de magnésium, de zinc et de cadmium, donnant leur richesse en iodure.* (KREMERS.)

Densités.	MgI^2 dans 100 p. d'eau.	Densités.	ZnI^2 dans 100 p. d'eau.	Densités.	CdI^2 dans 100 p. d'eau.
1,043	5	1,045	5	1,044	5
1,1121	14,2	1,1715	21,5	1,088	10
1,2185	28,5	1,3486	46,4	1,138	15
1,3563	48,6	1,5780	85,0	1,1681	21,4
1,4945	70,6	1,7815	126,3	1,319	30
1,6623	100,5	1,9906	177,9	1,3286	43,7
1,9098	151,4	2,1853	232,0	1,6139	88,5

(113) *Densités des solutions de quelques chlorures, bromures et iodures.*

Quantité de sel.	Zn Cl^2 % à 19°5.	Cd Cl^2 % à 19°5.	Li Cl % à 15°.	K Br % à 19°5.	Na Br % à 19°5.	Li Br d. 100 p. eau à 19°5.	K I d. 100 p. eau à 19°5.	Na I d. 100 p. eau à 19°5.	Li I d. 100 p. eau à 19°,5.
5	1,045	1,045		1,037	1,040	1,035	1,038	1,040	1,038
10	091	089	1,0580	070	080	072	078	082	079
15	137	140		116	125	113	120	128	124
20	186	195	1172	159	174	156	166	179	172
25	238	256		207	226	204	218	234	224
30	291	321	1819	256	281	254	271	294	280
35	352			309	344	309	331	360	344
40	420	472	2557	366	410	368	396	432	414
45	488		(1)	430	483	500			
50	566	656		500	565	580	546	600	575
55	650								
60	740	890					734	810	777

(1) Solution saturée 43,2 % de sel, D = 1,2827

(114) *Densités des solutions de ferricyanure, de nitrate de sodium et de quelques sulfates.*

Sel %.	Ferricyanure de potassium anhydre à 15°.	Nitrate de sodium à 19°5.	Alun de chrome et pot. crist. à 17°5.	Sulfate de manganèse + 4 aq crist. à 15°.	Sulfate d'ammonium à 19°.
5	1,0261	1,0332	1,0174		
10	0538	0676	0342	1,065	
15	0831				1,0575
20	1139	1418	0746	136	0862
25	1462				1149
30	1802	2239	1274	215	1439
35					1724
40		3155	1896	304	2004
45					2284
50		4180	2894	399	2583
55				451	
60			4566		
70			6362		

(115) *Densité des solutions de quelques nitrates.*

°/₀	Nitrate de cadmium anh. à 17°5.	Nitrate de calcium crist. à 17°5.	Nitrate de cobalt anh. à 17°5.	Nitrate de cuivre anh. à 17°5.	Nitrate ferrique anh. à 17°5.	Nitrate de zinc anh. à 17°5.	Nitrate d'ammonium à 17°5.
10	1,0978	1,059	1,0906	1,0942	1,0770	1,0968	1,042
20	2134	124	1936	2037	1612	2024	086
30	3566	195	3199	3299	2622	3268	131
40	5372	272	4662	4724	3766	4572	179
50	7608	355			3972	5984	230
60		445			6572		283

(116) *Densité à 15° des solutions de sulfocarbonate de potassium donnant leur richesse en sulfocarbonate* CS^3K^2 *et en sulfure de carbone* CS^2. (DELACHANAL.)

Densité.	CS^3K^2 °/₀.	CS^2 °/₀.	Densité.	CS^3K^2 °/₀.	CS^2 °/₀.
1,036	5,2	2,12	1,332	43,5	17.70
1.075	10,7	4,37	1.357	46,2	18,85
1,116	16,1	6,57	1,383	48,9	19,95
1,161	22,0	8,98	1,410	51,8	21,13
1,209	28,5	11,63	1,453	56,4	23,01
1,262	35,0	14,28	1,530	63,7	25,99
1,284	37,8	15,42	1,580	68,0	27,74
1,308	40,7	16,60			

(117) *Densité des solutions de tartrate de potassium neutre cristallisé, de tartrate de sodium et de tartrate sodico-potassique.*

Sel °/₀.	$C^4H^4O^6K^2$. Densité à 17°5.	Sel °/₀.	$C^4H^4O^6Na^2$, 2 aq. Densité à 17°5.	Sel °/₀.	$C^4H^4O^6KNa$, 4aq. Densité à 17°5.
10	1,065	5	1,0300	10	1,051
20	1,135	10	1,0610	20	1,105
30	1,211	15	1,0925	30	1,162
40	1,293	25	1,1575	40	1,223
50	1,381	35	1,2285	50	1,289

(118) *Densités de quelques solutions de chlorures.*

sel %.	Al^2Cl^6 à 15°.	$BaCl^2$ à 15°.	$CaCl^2$ à 15°.	$CoCl^2$ ($NiCl^2$) à 17°5.	$CuCl^2$ à 17°5.	Fe^2Cl^6 à 17°5.	$MgCl^2$ à 15°.	$SnCl^2$ + 2 aq à 15°.	$SrCl^2$ à 15°.
2	1,0144	1,0183	1,0170	1,0198	1,0182	1,0146	1,0169	1,013	1,0181
4	0288	0367	0341	0396	0364	0292	0338	026	0363
6	0435	0557	0515	0595	0548	0439	0510	040	0548
8	0584	0754	0682	0795	0734	0587	0684	054	0738
10	0734	0951	0869	0997	0920	0734	0859	068	0929
12	0890	1164	1056	1228	1178	0894	1040	083	1133
14	1047	1378	1243	1460	1436	1054	1220	097	1337
16	1207	1600	1433	1711	1696	1215	1404	113	1549
18	1379	1830	1628	1977	1958	1378	1592	128	1769
20	1537	2061	1822	2245	2223	1542	1780	144	1989
22	1709	2317	2028	2547	2501	1746	1978	161	2225
24	1881	2574	2234	2849	2779	1950	2175	177	2462
26	2058	(2)	2445		3058	2155	2378	194	2708
28	2241		2662		3338	2365	2586	212	2964
30	2422		2879		3618	2568		230	3220
32	2615		3104		3950	2778		249	3495
34	2808		3330		4287	2988		268	(4)
36	3007		3561		4615	3199		288	
38	3211		3797		4949	3411		309	
40	3415		4033		5284	3622		330	
42	(1)		(3)			3870		352	
44						4118		374	
46						4367		397	
48						4617		421	
50						4867		445	
52						5153		471	
54						5439		497	
56						5729		525	
58						6023		554	
60						6317		582	
62								613	
64								644	
66								677	
68								711	
70								745	
72								783	
74								821	

(1) Solution saturée 41,13 °/. de sel : D = 1,3536.
(2) Solution saturée 25,97 °/. de sel : D = 1,2827.
(3) Solution saturee 40,46 °/. de sel : D = 1,4110.
(4) Solution saturée 33,38 °/. de sel : D = 1,3685.

(119) *Densités à* + 15° *des solutions de chlorure stannique donnant leur richesse en chlorure* $SnCl^4 + 5 H^2O$. (GERLACH.)

Densités.	Sel °/₀.	Densités.	Sel °/₀.	Densités.	Sel °/₀.
1,012	2	1,2268	34	1,538	66
1,024	4	1,242	36	1,563	68
1,036	6	1,259	38	1,587	70
1,048	8	1,2755	40	1,614	72
1,059	10	1,293	42	1,641	74
1,072	12	1,310	44	1,669	76
1,084	14	1,329	46	1,698	78
1,097	16	1,347	48	1,727	80
1,110	18	1,366	50	1,759	82
1,1236	20	1,386	52	1,791	84
1,137	22	1,406	54	1,824	86
1,151	24	1,426	56	1,859	88
1,165	26	1,447	58	1,893	90
1,180	28	1,468	60	1,932	92
1,195	30	1,491	62	1,969	94
1,210	32	1,514	64	1.988	95

(120) *Densités des solutions de nitrate d'argent.*

Densités.	$AgAzO^3$ °/₀.	Densités.	$AgAzO^3$ °/₀.	Densités.	$AgAzO^3$ °/₀.
1,041	5	1,080	10	1,160	20
1,050	6	1,100	12	1,206	25
1,058	7	1,125	15	1,251	30
1,064	8	1,150	18		

(121) *Densités des solutions de chlorate de sodium.*

Densités.	$NaClO^3$ °/₀.	Densités.	$NaClO^3$ °/₀.
1,007	1	1,070	10
1,015	2	1,125	20,1
1,024	3	1,184	24,5
1,031	4	1,248	31,5
1,039	5	1,294	36,2

(122) *Densité des solutions d'hyposulfite de soude, de ferrocyanure de potassium, de quelques nitrates, etc.*

Sel °/..	Hypos. de sod. + 5 aq. à 19°.	Nitr. de bary. à 19°5.	Nitr. de stront. à 19°5.	Nitrate de magné. à 21°.	Nitrate de plomb à 15°.	Oxalate de potass. à 17°5.	Chrom. de potass. à 20°.	Chlor. de platine	Ferroc. de potass. à 15°.
2	1,0105	1,017	1,017	1,0078	1,0163	1,0134	1,0161	1,018	1,0116
4	0211	034	034	0158	0331	0268	0325	036	0234
6	0317	050	049	0239	0502	0401	0492	056	0356
8	0423	069	068	0321	0682	0529	0663	076	0479
10	0529	087	085	0405	0869	0656	0837	097	0605
12	0639			0490	1059	0784	1014	119	0734
14	0751			0577	1257	0912	1195	141	0866
16	0863			0663	1463	1043	1380	165	0999
18	0975			0752	1677	1175	1570	188	1136
20	1087		181	0843	1902	1306	1765	214	1275
22	1204			0934	2132		1964	242	
24	1322			1026	2372		2169	270	
26	1440			1120	2620		2379	300	
28	1558			1216	2876		2592	330	
30	1676		292	1318	3140		2808	362	
32	1800			1410	3416		3035	395	
34	1924			1508	3702		3268	431	
36	2048			1608	3996		3505	469	
38	2172			1709			3746	500	
40	2297		422	1811			3991	546	
42	2427			1914				591	
44	2558			2019				641	
46	2690			2126				688	
48	2822			2231				736	
50	2954			2340				785	

(123) *Densités à* + 15° *des solutions de sulfocyanate d'ammonium, donnant leur richesse en* CAzS.AzH⁴.

Densités.	Sel °/..	Densités.	Sel °/..	Densités.	Sel °/..
1,020	10	1,034	14,2	1,070	25
1,026	11,1	1,042	16,6	1,077	33,3
1,031	12,5	1,050	20	1,137	50

(124) *Densités des solutions de quelques sulfates.*

Sel °/₀	Sulfate de cuivre cristallisé. $CuSO^4$ + 5 aq. à 15°.	Sulfate ferreux cristall. $FeSO^4$ + 7 aq. à 15°.	Sulfate ferroso-ammonique $Fe(AzH^4)^2(SO^4)^2$ + 6 aq. à 15°.	Sulfate ferrique. $Fe^2(SO^4)^3$ à 17°5.	Sulfate de magnésium anhydre. $MgSO^4$ à 15°.	Sel cristallisé. $MgSO^4$ + 7 aq. correspondant.	Sulfate de zinc crist. $ZnSO^4$ + 7 aq. à 15°.
2	1,0126	1,011	1,013	1,017	1,0206	4,60	1,013
4	0254	021	024	034	0412	8,10	025
6	0384	032	036	0512	0623	12,29	035
8	0516	043	047	0684	0838	16,39	047
10	0649	054	061	0854	1053	20,49	059
12	0785	065	073	1042	1281	24,58	073
14	0923	077	086	1230	1508	28,68	085
16	1063	088	098	1424	1742	32,78	097
18	1208	100	114	1624	1982	36,88	110
20	1354	112	126	1826	2221	40,98	124
22	1501	125	130	2066	2472	45,07	130
24	1659	137	150	2306	2722	49,17	157
26		149	164	2559	(2)		164
28		161	179	2825			179
30		174	193	3090			193
32		187	(1)	3368			209
34		200		3646			224
36		213		3923			240
38		226		4217			255
40		239		4506			271
42				4824			288
44				5142			304
46				5468			320
48				5808			337
50				6148			352
52				6508			370
54				6868			390
56				7241			406
58				7623			425
60				8006			445

(1) Solution saturée 33,3 °/₀ de sel, D = 1,165 (?).
(2) Solution saturée 25,25 °/₀ de sel, soit 51,726 de sel à 7 aq.; D = 1,2880.

(125) *Densités des solutions de quelques acétates.*

Sel °/o	Acétate de sodium.	Acétate de calcium.	Acétate de baryum.	Acétate de plomb.	Sel °/o	Acétate de plomb
2	1,0116	1,0132	1,0174	1,0127	32	1,2395
4	0232	0264	0348	0255	34	2578
6	0341	0362	0500	0336	36	2768
8	0439	0426	0628	0520	38	2966
10	0538	0492	0758	0654	40	3163
12	0644	0562	0902	0796	42	3376
14	0750	0632	1046	0939	44	3588
16	0856	0708	1201	1084	46	3810
18	0910	0792	1363	1234	48	4043
20	1074	0874	1522	1384	50	4271
22	1194	0976	1694	1544		
24	1314	1078		1704		
26	1440	1139		1869		
28	1572	1307		2040		
30	1706	1426	2402	2211		

(126) *Densités des solutions de phosphate de sodium.*

Densités.	Na^2HPO^4, 12 aq. °/o	Densités.	Na^3PO^4, 12 aq. °/o
1,0067	1,165	1,0193	4,4
0114	2,330	0393	8,8
0160	3,495	0495	11,0
0198	4,659	0812	17,6
0220	5,294	1035	22,03
0292	6,988		
0442	10,588		

(127) *Densités des solutions d'arséniate de sodium.*

Densités.	NaH^2AsO^4, 12 aq. °/o	Densités.	Na^2HAsO^4, 12 aq. °/o	Densités.	Na^3AsO^4, 12 aq. °/o
1,0226	4,22	1,0169	4	1,0193	4,4
0460	8,44	0344	8	0393	8,8
0577	10,55	0525	12	0495	11,0
0938	16 88	0714	16	0812	17,6
1186	21,10	1102	23,9	1035	22,03
		1722	35,9		

(128) *Densité des solutions de fluorure de sodium.*

°/₀ de sel.	Densité à 15°.	°/₀ de sel.	Densité à 15°.
1,1081	1,0110	3,3243	1,0333
2,2162	1,0221	saturé	1,0486

(129) *Densité des solutions d'acétate de potasse anhydre.*

°/₀ de sel.	Densité à 15°.	°/₀ de sel.	Densité à 15°.
10	1,049	40	1,2105
20	1,1005	50	1,2685
30	1,1545	60	1,3285

(130) *Densité des solutions d'acide chromique.*

°/₀ de CrO^3.	Densité à 17°5.	°/₀ de CrO^3.	Densité à 17°5.
5	1,037	30	1,258
10	1,076	40	1,373
15	1,118	50	1,512
20	1,162	60	1,665
25	1,208		

(131) *Densité des solutions de quelques sels.*

°/₀ de sel.	Alun de fer cristallisé à 17°5.	Tungstate de soude cristall. à 24°5.	Nitrate de nickel anhydre à 17°5.	Nitrate de manganèse cristall. à 8°.
5	1,0268	1,036	1,0463	1,0253
10	1,0466	1,075	1,0903	1,0517
15	1,0672	1,119	1,1375	1,0792
20	1,0894	1,166	1,1935	1,1078
25	1,1136	1,215	1,2534	
30	1,1422	1,274	1,3193	1,1688
35		1,349	1,3896	
40		1,430	1,4667	1,2352
50				1,3074
60				1,3861
70				1,4721

(132) *Conversion des taux de sucre pour 100 ou degrés Brix en degrés Baumé et en densités à 17°,5.*

Brix.	Baumé.	Densités.	Brix.	Baumé.	Densités.
0	0	1,0000	57	30,82	1,2724
2	1,11	1,0078	58	31,34	1,2782
4	2,23	1,0157	59	31,85	1,2840
6	3,34	1,0237	60	32,36	1,2899
8	4,45	1,0319	61	32,89	1,2958
10	5,56	1,0401	62	33,38	1,3018
12	6,66	1,0485	63	33,89	1,3078
14	7,77	1,0570	64	34,40	1,3138
16	8,87	1,0657	65	34,90	1,3199
18	9,97	1,0744	66	35,40	1,3260
20	11,07	1,0833	67	35,90	1,3322
22	12,17	1,0923	68	36,41	1,3384
24	13,26	1,1015	69	36,91	1,3446
26	14,35	1,1107	70	37,40	1,3509
28	15,44	1,1201	71	37,90	1,3572
30	16,53	1,1297	72	38,39	1,3636
32	17,61	1,1393	73	38,89	1,3700
34	18,69	1,1491	74	39,38	1,3764
35	19,23	1,1541	75	39,87	1,3829
36	19,71	1,1591	76	40,36	1,3894
37	20,30	1,1641	77	40,84	1,3959
38	20,84	1,1692	78	41,33	1,4025
39	21,37	1,1743	79	41,81	1,4092
40	21,91	1,1794	80	42,29	1,4159
41	22,44	1,1846	81	42,78	1,4226
42	22,97	1,1898	82	43,25	1,4293
43	23,50	1,1950	83	43,73	1,4361
44	24,03	1,2003	84	44,21	1,4430
45	24,56	1,2056	85	44,68	1,4499
46	25,09	1,2110	86	45,15	1,4568
47	25,62	1,2164	87	45,62	1,4638
48	26,14	1,2218	88	46,09	1,4708
49	26,67	1,2278	89	46,56	1,4778
50	27,19	1,2328	90	47,02	1,4849
51	27,71	1,2383	92	47,95	1,4992
52	28,24	1,2439	94	48,86	1,5136
53	28,75	1,2495	96	49,77	1,5281
54	29,27	1,2552	98	50,67	1,5429
55	29,79	1,2609	100	51,56	1,5578
56	30,31	1,2666			

(133) *Densités des solutions d'albumine.*

°/₀₀	Densités.	°/₀₀	Densités.	°/₀₀	Densités.
5	1,013	20	1,052	40	1,106
10	1,026	30	1,078	60	1,135

(134) *Tableau des degrés Baumé que doivent marquer les solutions salines bouillantes pour fournir de beaux cristaux par le refroidissement.* (E. Finot et A. Bertrand.)

Le degré Baumé est pris en plongeant l'aréomètre dans la solution bouillante pendant l'évaporation.

Acétate d'ammonium...	14°	Borax................	24°
— de cuivre.......	5°	Bromure d'ammonium ..	30°
— manganèse......	26°	— de cadmium..	65°
— nickel..........	30°	— de potassium..	40°
— plomb..........	42°	— de sodium.....	55°
— sodium.........	22°	— de strontium ..	50°
— zinc..	20°	Carbonate de sodium....	28°
Acide borique	6°	Chlorate de baryum.....	40°
— oxalique	12°	— de potassium...	22°
— tartrique.........	35°	— de sodium.....	43°
Alun d'ammonium......	20°	— de strontium...	65°
— de potassium	20°	Chlorure d'ammonium..	12°
Arséniate d'ammonium..	50°	— de baryum....	35°
— de potassium..	36°	— de calcium....	40°
— de sodium ..	36°	— de cobalt......	41°
Azotate d'ammonium (1).	28 à 30°	— de cuivre. ...	45°
— de baryum	18°	— d'étain (proto-)	75°
— bismuth........	70°	— ferreux.......	50°
— calcium.........	55°	— magnésium ...	35°
— cobalt	50°	— manganèse....	47°
— magnésium......	55°	— nickel........	50°
— cuivre	45°	— potassium	25°
— plomb..........	50°	— strontium.....	34°
— potassium.......	28°	— zinc et ammon.	43°
— sodium	40°	Bichromate d'ammonium	28°
— strontium.......	40°	— de potassium	38°
— zinc...........	55°	Chromate de sodium....	45°
Baryte hydratée.........	12°	Citrate de potassium....	36°
Benzoate d'ammonium ..	5°	— de sodium	36°
— de calcium....	2°	Cyanure de mercure ...	20°

(1) Solution ammoniacale.

Ferrocyanure de potas. .	38°	Sulfate d'ammonium....	28°
Formiate de baryum....	32°	— de cobalt.......	40°
— sodium en été..	30°	— de cuivre.......	30°
— sodium en hiver.	25°	— de cuivre ammon.	35°
Hyposulfate de baryum..	24°	— ferreux.........	31 à 32°
— de sodium.	24°	— — ammoniacal en été.	31 à 32°
Hyposulfite d'ammonium	37°	— — ammoniacal en hiver.	28°
— magnésium..	40°	— de magnésium ..	40°
— sodium	30°	— de manganèse..	44°
— calcium.....	45°	— de nickel.......	40°
Iodure de potassium....	60°	— nickel ammon...	18°
Lactate de calcium	8°	— de potassium ...	15°
— de magnésium..	6°	Bisulfate de potassium .	35°
— de manganèse..	8°	Sulfate de sodium......	30°
Mannite en été	8°	— de zinc.........	45°
Mannite en hiver.......	7°	Sulfite de sodium	25°
Oxalate d'ammonium...	5°	Sulfocyanate ammonique	18°
— ferrico-ammonique....... ..	30°	Sulfovinate de baryum..	43°
— de potassium ...	30°	— de sodium...	37°
Permanganate de potas..	25°	— de calcium..	36°
Phosphate d'ammonium.	35°	Tartrate d'ammonium ..	25°
— de sodium...	20°	— de fer.........	40°
— sod. ammon.	17°	Tartrate neutre de potas.	38°
Pyrophosphate de sodium	18°	— potas. sod...	36°
Sulfate d'aluminium. ..	25°	Tungstate de sodium....	45°

En été, il est nécessaire de pousser l'évaporation un peu plus loin, de telle sorte que le liquide marque deux ou trois degrés Baumé de plus que les nombres du tableau.

Section XI. — Chaleur.

(135) *Mélanges réfrigérants de liquides et de sels pris à 10°.*

	Proportion.	Temp. obtenue.
Eau	1	—16°
Azotate d'ammonium pulvérisé.......	1	
Sel ammoniac pulvérisé.............	5	—12
Azotate de potassium pulvérisé......	5	
Eau	16	
Acide chlorhydrique...............	5	—18
Sulfate de sodium pulvérisé.........	8	

(136) *Mélanges de neige et de sel à 0°.*

	Proportion.	Temp. obtenue.
Neige	1	—18°
Sel marin	1	
Neige	2	—51
Chlorure de calcium cristallisé, pulvérisé	3	
Neige refroidie à —18°	1	—55
Chlorure de calcium cristallisé, pulvérisé, à —18°	2	
Acide sulfurique avec 1/2 v. d'eau, refroidi à 0°	1	—33
Neige	2	

(137) *Points de fusion et d'ébullition de quelques corps minéraux.*

	Fusion.	Ébullition.
	0	0
Acide arsénieux		220
— azotique monohydraté AzO^3H	—47	86
— — quadrihydr. $AzO^3H + \frac{3}{2}H^2O$		123
— carbonique		—78
— chlorhydrique D = 1,11		110
— cyanhydrique	—13,8	26,2
— hypoazotique (peroxyde d'azote)	—9	21,6
— iodhydrique D = 1,70		128
— sulfureux	—79	—10
— sulfurique anhydre	16	46
— — dit monohydraté (SO^4H^2)	pur 10,5	ord. 338
Acier	1350-1400	
Alliage, 82 p. plomb, 18 p. antimoine	260	
— de Darcet 5pPb,3pSn,8pBi)	94	
Aluminium	625	
Ammoniac (gaz)	—75	—38,5
Antimoine	440	
Argent	1040	
Arsenic	410	412
Protoxyde d'azote	—99	—92
Azotate d'argent	218	
Bismuth	265	
Brome	—7,3	63
Bromure phosphoreux		172,9

	Fusion.	Ébullition.
	°	°
Bromure de silicium	— 15	153,4
Cadmium	320	815
Chlorure antimonieux	73	223
— d'argent	451	.
— d'arsenic		130,2
— de cyanogène liquide	— 5	15,5
— de cyanogène solide	140	190
— d'étain (proto-)	250	620
— — (per-)		114
— d'iode (proto-)	25	101
— mercurique	293	303
— phosphoreux		76
— phosphorique	148	148
— de silicium		57,6
— de soufre (proto-)		138
— — (oxy, $SOCl^2$)		78,8
— de sulfuryle (SO^2Cl^2)		70
— de zinc	262	710
Cuivre	1093	
Laiton	1015	
Eau de mer	— 2,5	103,7
Étain	226	
Fer doux	1600	
Fonte grise	1220	
Gallium	30,15	
Iode	113,5	> 200
Iridium	2500	
Lithium	180	
Magnésium	750	
Mercure	— 38,5	357,2
Nickel	1450	
Or fin	1045	
— à 900/1000	1118	
Oxychlorure de phosphore	— 1,5	107,2
Palladium	1500	
Phosphore	44,2	290
Platine	2000	
Plomb	335	1540
Potassium	62,5	720
Sodium	95,6	710
Soufre	113,6	448,3
Sulfure de carbone	— 110	46
Zinc	412	929

	Fusion.	Ébullition.
Persulfure de phosphore P^2S^5	275°	530°
Sulfochlorure —		125
Oxybromure —	45	193
Bromure arsénieux	25	220
Iodure arsénieux	146	400
Acide fluorhydrique à 48,170/0 HFl		125
Chlorure de bore		18
Anhydride borique	577	
Acide —	185	
— hypochloreux		19
54,3 ou 1 mol. AzO^3K et 45,7 ou 1 mol. $NaAzO^3$	225,6	
Oxychlorure de carbone		8,2
Acide pyrosulfurique $H^2S^2O^7$	35	

Vota. Pour les composés organiques, voyez les tables **202** et suiv.

(138) *Points d'ébullition de quelques solutions saturées.*

Nom du sel dissous.	Point d'ébullition.	Quantité de sel pour 100 d'eau.
Acétate de potassium	169°	800
— de sodium	124,4	209
Azotate d'ammonium	164	209
— de calcium	151	362
— de potassium	116	335
— de sodium	121	224,8
Carbonate de potassium	135	205
— de sodium	104,6	48,5
Chlorate de potassium	104,2	61,5
Chlorure d'ammonium	114,2	89
— de baryum	104,4	60
— de strontium	117,8	117,5
— de calcium	179,5	325
— de potassium	108,4	59,4
— de sodium	108,4	40,2
Phosphate de sodium	106,6	112,6
Tartrate neutre de potassium	114,7	276,2

(139) *Cryoscopie.*

Soit M le poids moléculaire de la substance dissoute, p son poids en grammes, D le poids du dissolvant en grammes, a l'abaissement du point de congélation de la solution, on a, K étant une constante,

$$M = \frac{Kp}{aD}.$$

La constante K a été déterminée empiriquement (au moyen de corps de poids moléculaire connu), ou par la formule de M. Van 't Hoff.

$$K = \frac{1,98\,T^2}{L},$$

dans laquelle T représente la température de congélation, comptée depuis le zéro absolu, et L la chaleur latente de fusion du dissolvant.

Valeurs de K pour les principaux dissolvants :

Dissolvants.	Temp. congél.	K (van 't Hoff).	K empirique.
Eau	0°	1890	1850
Acide acétique	16°,7	3880	3900
Phénol	39°	7600	7400
Benzène	5°,5	5100	4900
Bromure d'éthylène	9°,7	11900	11800
Nitrobenzine	5°,3	6950	7070

(140) *Ébullioscopie.*

Si l'on désigne par p le poids de substance dissoute dans un poids D de dissolvant, par a l'élévation du point d'ébullition de la solution le poids moléculaire M est donné par

$$M = \frac{Kp}{aD}.$$

Valeurs de K.

Éther éthylique	2110	Acétate d'éthyle	2610
Benzène	2670	Acétone	1670
Chloroforme	3660	Eau	520
Sulfure de carbone	2370	Bromure d'éthylène	6320
Acide acétique	2530	Aniline	3220
Alcool éthylique	1150	Phénol	3040

(141) *Chaleurs spécifiques moyennes de quelques corps employés en calorimétrie (petites calories).*

Platine ou iridium.	Entre 0° et 100° C =	0,0323		Eau à 0° C =	1
	0° et 500°	0,0347	entre	0° et 20°	1,0005
	0° et 1000°	0,0377		0° et 30°	1,0013
Palladium.	0° et 100°	0,0592		0° et 100°	1,005
	0° et 500°	0,0632			

(142) *Chaleurs spécifiques moléculaires de quelques solides* (1)

(Pour les chaleurs spécifiques des éléments, voyez table **2**.)

Fluorure.		*Iodures.*	
$CaFl^2$	16,8	KI	13,5
Chlorures.		NaI	13
KCl	12,9	AgI	14,4
NaCl	12,5	Hg^2I^2	13
LiCl	11,9	HgI^2	19
AzH^4Cl	20	CuI^2	13
AgCl	13,1	PbI^2	19,6
Hg^2Cl^2	12,4	*Oxydes.*	
$HgCl^2$	18,8	MgO	9,8 à 11
$CuCl^2$	13,6	$MgO.H^2O$	18
$PbCl^2$	18,4	MnO	11,2
$BaCl^2$	18,6	MnO^2	13,8
$SrCl^2$	19	NiO	11,8
$CaCl^2$	18,4	ZnO	10,2 à 10,8
$MgCl^2$	18,6	PbO	11,4 à 12,2
$MnCl^2$	18	Pb^3O^4	41,8
$ZnCl^2$	18,4	Cu^2O	15,2 à 15,8
$SnCl^2$	19,2	CuO	10,2 à 11,4
Cr^2Cl^6	45,4	HgO	10,4 à 11,4
Bromures.		H^2O glace	9
KBr	13,3	Al^2O^3	20,2 à 22,6
NaBr	14,1	Fe^2O^3	24,6 à 26,8
AgBr	13,8	Fe^3O^4	36,2 à 39,0
$PbBr^2$	19,4	Cr^2O^3	27 à 29,8
		Bi^2O^3	28,4

1. Ce sont les quantités de chaleur exprimées en petites calories (gramme-degré) nécessaires pour élever de 1 degré la température d'une molécule exprimée en grammes.

Sb^2O^3	26,2
As^2O^3	25,4
Bo^2O^3	16,6
SiO^2	11,2 à 11,5
SnO^2	13,4 à 14
TiO^2	13 à 14
MoO^3	19 à 22,2
TuO^3	18,6 à 20,6
Sulfures.	
FeS	12
FeS^2	15,2 à 15,6
Fe^2S^3	99,2 à 103,6
$CuFeS^2$	21,6 à 24
CoS	11,4
NiS	11,8
ZnS	11,2 à 12
PbS	11,8 à 12,2
HgS	12
SnS	12,6
SnS^2	21,6
MoS^2	17,2 à 19,6
Ag^2S	18,6
Cu^2S	19,2
Bi^2S^3	31
Sb^2S^3	28,6 à 30,8
As^2S^2	23,8
As^2S^3	27,8
Arséniures.	
$CoAs^2$	19,2
CoAsS	17,8
FeAsS	16,5
Alliages.	
BiSn	12,8
PbSb	12,8
$BiSn^2$	20,1
PbSn	13,2
$PbSn^2$	20
$BiSbSn^2$	26,2
$BiSbSn^2Zn^2$	39,5
HgSn	23,2
$HgSn^2$	28,7
HgPb	15,6

Azotates.	
AzO^3K	22,9 à 24,1
AzO^3Na	21,8 à 23,6
AzO^3AzH^4	36,4
Az^2O^6KNa	43,8
AzO^3Ag	24,4
Az^2O^6Ba	37,8 à 39,8
Az^2O^6Sr	38,2
Az^2O^6Pb	36,4
Chlorates.	
ClO^3K	23,8 à 25,7
$Cl^2O^6Ba + H^2O$	50,6
Perchlorate.	
ClO^4K	26,3
Permanganate.	
MnO^4K	28,3
Sulfates.	
SO^4K^2	33 à 34
SO^4HK	33,2
SO^4Na^2	32,4
$SO^4(AzH^4)^2$	46,2
SO^4Ca (plâtre calciné)	26,6
id. (anhydrite)	24,2
$SO^4Ca + 2H^2O$	44,6 à 46,8
SO^4Ba	25,2 à 26,2
SO^4Sr	24,8 à 26,2
SO^4Mg	26,6
$SO^4Mg + H^2O$	36,4
$SO^4Mg + 7H^2O$	89 à 100
SO^4Mn	27,4
$SO^4Fe + 7H^2O$	96,2 à 99
SO^4Zn	28,8
$SO^4Zn + H^2O$	36,2
$SO^4Zn + 7H^2O$	94,2 à 99,6
$SO^4Ni + 6H^2O$	82,2
$SO^4Co + 7H^2O$	96,4
$PbSO^4$	25 à 26,4
$CuSO^4$	28,2
$CuSO^4 + 5H^2O$	71 à 78,8

Aluns.	
$(SO^4)^4K^2Al^2 + 24H^2O$	352
$(SO^4)^4K^2Cr^2 + 24H^2O$	323,6
Chromates.	
CrO^4K^2	55,2
$Cr^2O^7K^2$	36,4
CrO^4Pb	29
Hyposulfites.	
$S^2O^3K^2$	37,4
$S^2O^3Na^2$	34,8
S^2O^3Ba	40,6
S^2O^3Pb	31,4
Carbonates.	
CO^3K^2	28,4 à 29,8
CO^3Na^2	26 à 28,8
CO^3Ba	21
CO^3Sr	21,4
CO^3Ca	21,4
$CO^3Mg.CO^3Ca$	38 à 40
CO^3Fe	21 à 22,4
CO^3Pb	21 à 21,6
Silicates.	
SiO^3Ca (wollastonite)	20,7
Si^2O^6CaMg (diopside)	40,2 à 41,4
$Si^6O^{16}K^2Al^2$ (orthose)	105,9 à 106,4
$Si^6O^{16}Na^2Al^2$ (albite)	99,7 à 102,9
SiO^3Cu,H^2O (dioptase)	22,8
Borates.	
BO^2K	16,8
BO^2Na	16,9
B^2O^4Pb	26,4
$B^2O^7K^2$	51,4
$B^2O^7Na^2$	46,2 à 48
B^2O^7Pb	41,4
$B^2O^7Na^2.10H^2O$	146,8

Phosphates et arséniates.	
PO^3Na fondu	22,1
AsO^3K id.	25,3
P^2O^6Ca	39,4
$P^2O^7K^4$	63
$P^2O^7Na^4$	60,6
$P^2O^7Pb^2$	48,2
PO^4Ag^3	37,5
$P^2O^8Pb^3$	64,6
$As^2O^8Pb^3$	65,4
PO^4H^2K	28,3
AsO^4H^2K	31,5
$PO^4HNa^2.12H^2O$	146,1
Molybdates et tungstates.	
MoO^4Pb	30,4
TuO^4K^2	27,8
$Tu^5O^{20}Fe^2Mn^3$ (Wolfram)	141 à 148
Corps organiques.	
$C^{10}H^8$ (naphtaline)	39,8
C^2Cl^6	42,2
$C^6H^{14}O^6$ (mannite)	59,1
$C^{12}H^{22}O^{11}$ (sacchar.)	102,9
$C^2H^2O^4Ba$ (formiate)	32,4
$C^2O^4K^2.H^2O$ (oxal.)	43,5
$C^2O^4KH.C^2O^4H^2.2H^2O$ (quadroxalate)	71,9
$C^4H^6O^4$ (ac. succ.)	36,9
$C^8H^{10}O^{10}Ca.8H^2O$ (bimalate)	152
$C^4H^6O^6$ (ac. tartr.)	43,2
$C^4H^6O^6.H^2O$ (ac. rac.)	53,6
$C^4H^5O^6K$ (bitartr.)	48,3
$C^4H^4O^6.KNa.4H^2O$ (sel de Seignette)	92,5
$HgCy^2$	25,2
$ZnCy^2,2KCy$	59,6
FeK^4Cy^6 (ferrocyan.)	118,2
$Fe^2K^6Cy^{12}$ (ferricyan.)	153,4
$C^2HCl^3O.H^2O$ (chloral hydraté)	34,1

(143) *Chaleurs spécifiques moléculaires de quelques liquides (petites calories).*

Liquides.	Chaleurs spécifiques atomiques.	Limites de température.	
Br	9,04	13° à	58°
I	13,75	107	180
Ph	6,34	50	100
S	7,49	120	150
Hg	6,66	10	100
	7,00	0	300
Pb	8,32	350	450
Sn	7,51	250	350
Bi	7,55	280	300
Ga	5,59	12	120
	Chaleurs spécifiques moléculaires.		
H^2O	18,08	0	100
CS^2	18,15	0	50
S^2Cl^2	27,1	5	20
PCl^3	28,8	0	20
$AsCl^3$	31,8	0	20
$SiCl^4$	32,3	0	20
$SnCl^4$	38,3	0	20
$TiCl^4$	36,8	0	20
AzO^3H	28		
SO^4H^2	33		
$SO^4H^2.H^2O$	51,2		
AzO^3K	33,5	360	435
AzO^3Na	35,9	320	430
$CaCl^2.6H^2O$	120,20	33	99
$PO^4Na^2H.12H^2O$	267,4	40	48
$CrO^4Na^2.10H^2O$	231,2	10	48
Composés organiques.	**Ch. sp. moléculaires moyennes.**		
C^6H^6 benzine	34	20	70
$C^{10}H^{16}$ térébenthène	57	10	15
» térébène	54,5	5	10
» citrène	60	5	10

Composés organiques.	Chaleurs spécifiques moléculaires moyennes.	Limites de température.	
$C^{10}H^{8}$ naphtaline	54,8	8° à	130°
$C^{n}H^{2n}$	68,6 × n		
$CH^{4}O$ alc. méthylique	18,9	5	20
$C^{2}H^{6}O$ alc. éthylique	27,4	0	40
$C^{5}H^{12}O$ alc. amylique	61	10	117
$C^{16}H^{34}O$ alc. cétylique	122,5	44	350
$CH^{2}O^{2}$ ac. formique	24,7	24	45
	27,6	5	20
$C^{2}H^{4}O^{2}$ ac. acétique	30,5	24	45
	31,3	26	96
$C^{4}H^{6}O^{3}$ ac. acétique anhydre	44,4	23	122
$C^{4}H^{8}O^{4}$ ac. butyrique	44,3	21	45
$C^{5}H^{10}O^{4}$ ac. valérique	49		
CHAz ac. cyanhydrique	16,2	20	
$C^{4}H^{10}O$ éther ord., oxyde d'éthyle	40,75	— 30	130
$C^{4}H^{10}S$ sulfure —	43,1	20	70
$C^{2}H^{5}Cl$ chlorure —	27,6	— 28	5
$C^{2}H^{5}Br$ bromure —	23,4	5	20
$C^{2}H^{5}I$ iodure —	25,6	— 30	160
$CH^{3}.C^{2}H^{3}O^{2}$ acétate de méthyle	37,5	21	41
$CH^{3}.C^{4}H^{7}O^{2}$ butyrate —	49,7	21	45
$CH^{3}.C^{5}H^{9}O^{2}$ valérate —	54,3	21	45
$C^{2}H^{5}.CHO^{2}$ formiate d'éthyle	37,9	20	39
$C^{2}H^{5}.C^{2}H^{3}O^{2}$ acétate —	48,3	21	63
$(C^{2}H^{5})^{2}.C^{2}O^{4}$ oxalate —	67,2	15	20
$(C^{2}H^{5})^{4}SiO^{4}$ silicate —	88,4	15	85
$C^{2}H^{5}.CAz$ éther cyan.	31,5	— 20	70
$C^{3}H^{5}AzCS$ ess. moutarde	42,8	23	48
$C^{2}H^{4}Cl^{2}$ chlor. d'éthylène	29,7	— 23	68
$C^{2}H^{4}Br^{2}$ bromure —	34,3	8	95
$CHCl^{3}$ chloroforme	28	— 30	60
CCl^{4} perchl. de carbone	31,6	— 20	64
$C^{5}H^{11}Cl$ chlorhydrate d'amylène	42,6	10	86
$C^{5}H^{11}Br$ bromhydr. —	43,3	12	87
$C^{5}H^{11}I$ iodhydr. —	43,4	11	87
$C^{57}H^{104}O^{6}$ huile d'olive	445		
$C^{32}H^{64}O^{2}$ blanc de baleine	254	44	100
$C^{6}H^{5}AzO^{2}$ nitrobenzine	43	5	20
$C^{3}H^{6}O$ acétone	30,1	— 22	53
$C^{2}HCl^{3}O$ chloral	38,2	17	81
$C^{2}HCl^{3}O + H^{2}O$ — hydraté	77,8	51	88

(144) *Chaleurs spécifiques moléculaires à pression constante de plusieurs gaz et vapeurs (petites calories).*

H^2	6.82	— 20° à	200°
Az^2	6,83	— 30	200
O^2	6,95	0	200
Cl^2	8,59	10	200
Br^2	8,88	85	228
HCl	6,75	20	210
AzO	6,96	10	170
CO	6,86	10	200
	6,79	25	100
H^2O	8,65	130	230
H^2S	8,26	10	200
Az^2O	8,76 + 0,0055 t	10	210
	9.16 + 0,0057 t	25	200
CO^2	8,23 + 0,0117 t	0	200
	8,59 + 0,0095 t	25	200
CS^2	10 + 0,0146 t	80	230
SO^2	9,86	10	200
AzH^3	8,51 + 0,0053 t	20	210
PCl^3	18,6	111	246
$AsCl^3$	20,3	154	268
CH^4	9,49	100	200
$CHCl^3$	16,29 + 0,0164 t	27	190
$SiCl^4$	22,4	90	234
$SnCl^4$	24,8	149	274
$TiCl^4$	24,4	162	272
CH^4O	14,7	101	225
C^2H^4	9,42 + 0,0231 t	10	200
C^2H^5Cl	17,67	20	190
C^2H^5Br	14,76 + 0,0388 t	28	189
$C^2H^4Cl^2$	22,67	111	221
C^2H^6O alcool	20,84	110	220
$C^2H^5.CAz$ éther cyan.	23,43	116	221
$C^2H^5.C^2H^3O^2$ éther acét.	24.1 + 0,0765 t	32	113
$C^4H^{10}O$ éther ord.	26,6 + 0,0632 t	25	189
$C^4H^{10}S$ sulfure d'éthyle	36,1	120	223
C^3H^6O acétone	17,3 + 0,0449 t	26	179
C^6H^6 benzine	17,45 + 0,0798 t	34	115
$C^{10}H^{16}$ térébenthène	68,8	180	250

Section XII. — Lumière

(145) *Indices de réfraction de quelques gaz.*

L'indice n de l'air par rapport au vide, à 0^0 et à la pression de 760 millimètres, est de 1,00029108 d'après Lorentz; la correction relative à la pression est de $+ 0,000000383\ (p - 760)$ et celle de la température de $- 0,000001068\ t$. Pour l'air humide, soit ε la tension de la vapeur d'eau, la correction est $- 0,000042 \frac{\varepsilon}{760}$.

Pour l'hydrogène, l'indice à 0^0 et à 760 millimètres est de 1,00014294, et de 1,0004492 pour l'acide carbonique.

(146) *Indices de réfraction dans l'air par rapport à* D.

Solides.

Diamant	2,42	Acide citrique	1,53
Phosphore	2,22	Nitrate de potassium	1,52
Soufre natif	2,04	Crown-glass	1,5
Rubis	1,71	Sulfate de potassium	1,51
Feldspath	1,52	Sulfate de fer	1,50
Topaze	1,61	Sulfate de magnésium	1,49
Emeraude	1,58	Spath fluor	1,43
Flint-glass	1,6	Glace	1,41
Quartz *o*	1,544	Spath d'Islande *o*	1,658
— *e*	1,553	— *e*	1,486
Sel gemme	1,54		

Liquides.

Acétal	1,38193	Acide butyrique	39789
Acétate d'allyle	40448	— — (iso)	39300
— d'amyle	40376	— caproïque (iso)	41382
— d'éthyle	37257	— formique	37137
— de méthyle	36099	— lactique	44145
— de propyl. norm.	38438	— méthylsalicylique	53716
Acétone	35915	— propionique	38659
Acétylacétate d'éthyle	41976	— valérianique (iso)	40433
Acide acétique	37152	Acroléine	39975
— — anhydre	39038	Alcool allylique	41345

Alcool amylique de ferm.	1,40783	Glycol éthylique	1,42743
— benzylique,.. ..	58955	Hexane	37536
— butylique.......	39909	Hydrocinnamate d'éthyle	49542
— — (iso	39594	Iodure d'amyle........	49078
— éthylique..... .	36232	— de butyle.......	50006
— méthylique	32945	— — (iso)...	49597
— phénylpropylique	53565	— d'éthyle	51307
— propylique	38543	— de méthyle......	52973
— — (iso)..	37757	— de propyle.....	50508
Aldhéhyde benzylique..	54638	— — (iso) ..	49969
— butylique....	38433	Mésitylène	49116
— — (iso)..	37302	Nitrobenzène..........	55291
— éthylique....	33157	Oxalate d'éthyle.......	41043
— propylique...	36356	Phénol................	55033
— salicylique ..	57511	Tétrachlorure de carbone.............	46072
Amylène.............	37576	Toluène	49552
Aniline.	58629	Toluidine ortho...... .	57276
Benzène.............	50137	Trichloracétate d'éthyle.	45068
— monobromé....	55977	Triéthylamine.........	40032
— monochloré....	52479	Valérate d'amyle	41194
Benzoate d'éthyle.... .	50602	— d'éthyle	39704
— de méthyle...	51692	— de méthyle..	39479
Bromure d'amyle de ferm.............	44118	—	
Bromure d'éthyle......	42406	Eau à 15°,25..........	1,33392
— d'éthylène...	53806	α-bromonaphtaline à 8°.	1,66264
— de propyle...	43387	Cinnamate d'éthyle à 18°,8...............	1,5607
— — (iso).	42508	Essence d'anis à 15°,1.	1,55725
Butyrate d'éthyle......	39599	— de cannelle à 23°,5......	1,61879
— de méthyle...	38891	— de térébenthine à 10°,6..	1,47443
Carbonate d'éthyle....	38523	Isosulfocyanure de phényle à 12°.........	1,65039
Chloracétate d'éthyle..	42274	Sulfure de carbone à 15°.	1,6248
Chloral butylique	47754	—	
— éthylique......	45572	Cubébène............	1,51
Chloroforme..........	44671	Pseudocumène........	1,49
Chlorure d'acétyle.....	38976	Cymène α	1,48
— d'allyle.......	41538	— du camphre ...	1,475
— de butyryle...	41209	Oxychlorure de phosphore.............	1,485
— d'éthylène.. .	44432	Phosphore...........	2,075
— de propionyle .	40507		
— de propyle....	38856		
Éther	35293		
Formiate d'amyle	39799		
— d'éthyle	35985		
Glycérine............	47293		

(147) ***Réfraction spécifique, réfraction moléculaire, dispersion moléculaire.***

Soit n l'indice de réfraction, d la densité d'un liquide, déterminée à la même température; deux formules ont été proposées pour représenter la *réfraction spécifique* :

$$\frac{n-1}{d} \text{ (Gladstone et Dale),} \qquad \frac{n^2-1}{n^2+2}\,\frac{1}{d} \text{ (Lorentz et Lorenz).}$$

Ces deux expressions sont à peu près indépendantes de la température, et même de l'état gazeux ou liquide, à la condition que les densités soient rapportées à une même unité.

De là dérivent deux formules pour la *réfraction moléculaire* :

$$\frac{n-1}{d}\,\text{M} \text{ et } \frac{n^2-1}{n^2+2}\,\frac{\text{M}}{d},$$ M représentant le poids moléculaire.

Ces deux formules sont désignées d'une façon abrégée sous le nom de « formule en n » et « formule en n^2 ».

La première est empirique; la seconde représente, au point de vue théorique, le volume moléculaire.

La *dispersion moléculaire* est égale à la différence des réfractions moléculaires pour la raie γ (bleu) et pour la raie α (rouge) du spectre de l'hydrogène. Si l'on désigne par n_γ et n_α ces deux indices, la dispersion moléculaire est donnée par l'expression

$$\left(\frac{n_\gamma^2-1}{n_\gamma^2+1}-\frac{n_\alpha^2-1}{n_\alpha^2+2}\right)\frac{\text{M}}{d}.$$

La table suivante donne les logarithmes à 5 décimales de la quantité $\frac{n^2-1}{n^2+1}$ depuis $n=1{,}3$ jusqu'à $n=1{,}6$. Pour abréger, le premier chiffre de la partie décimale n'a été répété qu'une fois au commencement de chaque ligne horizontale; la caractéristique de tous ces logarithmes est $\bar{1}$; par exemple, pour $n=1{,}56$.

$$\log\frac{n^2-1}{n^2+2}=\bar{1}{,}50967.$$

Valeurs de $\log \frac{n^2 - 1}{n^2 + 2}$ (d'après Conrady).

n=		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Diff.
1.30	2	7182	7315	7447	7579	7710	7841	7972	8102	8231	8360	131
1		8488	8616	8744	8871	8998	9124	9250	9375	9500	9625	127
2		9749	9873	9996	.0119	.0241	.0363	.0485	.0606	.0726	.0846	123
3	3	0966	1085	1204	1323	1441	1559	1676	1793	1909	2025	118
4		2141	2256	2371	2486	2600	2714	2828	2941	3054	3166	114
5		3278	3390	3501	3612	3723	3833	3943	4053	4162	4271	110
6		4379	4487	4595	4703	4810	4917	5023	5129	5235	5341	107
7		5446	5551	5656	5760	5864	5968	6071	6174	6277	6379	104
8		6481	6583	6684	6785	6886	6986	7086	7186	7286	7385	100
9		7484	7583	7681	7779	7877	7974	8071	8168	8265	8361	97
1.40		8457	8553	8648	8743	8838	8933	9027	9121	9215	9309	95
1		9402	9495	9588	9681	9773	9865	9957	.0048	.0139	.0230	92
2	4	0321	0412	0502	0592	0682	0771	0860	0949	1038	1127	90
3		1215	1303	1391	1479	1566	1653	1740	1827	1914	2000	87
4		2086	2172	2258	2343	2428	2513	2597	2681	2765	2849	85
5		2933	3017	3100	3183	3266	3348	3430	3513	3595	3677	82
6		3758	3839	3920	4001	4082	4162	4242	4322	4402	4482	80
7		4561	4640	4719	4798	4877	4955	5033	5111	5189	5267	78
8		5344	5421	5498	5575	5652	5728	5804	5880	5956	6032	76
9		6107	6182	6257	6332	6407	6482	6656	6630	6704	6778	75
1.50		6852	6926	6999	7072	7145	7218	7291	7363	7435	7507	73
1		7579	7651	7723	7794	7865	7936	8007	8078	8148	8218	71
2		8288	8358	8428	8498	8567	8636	8706	8775	8844	8913	69
3		8981	9049	9118	9186	9254	9322	9389	9457	9524	9591	68
4		9658	0725	9792	9858	9925	9991	.0057	.0123	.0189	.0255	66
5	5	0320	1385	0451	0516	0581	0645	0710	0774	0839	0903	65
6		0967	9031	1095	1158	1222	1285	1348	1411	1474	1537	63
7		1600	1663	1725	1787	1849	1911	1973	2035	2096	2158	62
8		2219	2280	2341	2402	2463	2523	2584	2644	2704	2764	61
9		2824	2884	2944	3003	3062	3122	3181	3240	3299	3357	60

Exemple. — L'indice de réfraction du benzène pour la raie D est à 20°: 1,501 37. La densité à la même température est 0,8799 En prenant 78 comme poids moléculaire du benzène, on calcule

$$\log \frac{n^2-1}{n^2+2} \text{ pour } n = 1,501 = \bar{1},46926$$

Pour 0,00037 il faut ajouter.	219
	511
	$\bar{1}$,469 53
Ajoutons ensuite log 78	1,892 09
	1,361 62
De la somme on retranche log 0,8799. .	$\bar{1}$,94 443
	1,41 719 = log 26,13

La réfraction moléculaire du benzène est donc 26,13.

(148) *Réfractions atomiques. — Dispersions atomiques*

La réfraction moléculaire est égale à la somme des réfractions atomiques.

Les réfractions atomiques ont des valeurs différentes suivant le mode de liaison (voir le tableau).

Ces règles s'appliquent surtout aux combinaisons organiques.

Le tableau contient les valeurs des réfractions atomiques et des dispersions atomiques pour les radiations les plus couramment employées et calculées pour la formule en n^2.

Des règles analogues s'appliquent la dispersion moléculaire.

	Réfractions atomiques.			Dispersions atomiques du bleu au rouge.
	Raie α rouge, spectre hydrogène.	Raie D, spectre sodium.	Raie γ bleu, spectre hydrogène.	
Carbone simplement lié..	2,365	2,501	2.404	0,039
Hydrogène............	1,103	1,051	1,139	0,036
Oxygène d'hydroxyle....	1,506	1,521	1,525	0,019
Oxygène d'éther-oxyde..	1,655	1,683	1,667	0,012
Oxygène de carbonyle...	2,328	2,287	2,414	0,086
Chlore..............	6,014	5,998	6,190	0,176
Brome..............	8,863	8,927	9,211	0,348
Iode................	13,808	14,12	14,582	0,774
Liaison éthylénique.....	1,836	1,707	1,859	0,23
Liaison acétylénique.....	2,22		2,41	0,19
Azote simplement lié au carbone..............	2,76		2,95	0,019
Azote (dans AzH^3, $AzH^2.OH$ et dérivés)...........	3,309	3,153		0,072

Exemple de calcul. — La réfraction moléculaire du benzène C^6H^6 pour la raie D se calcule de la façon suivante :

pour 6 atomes C	= 15,006
— 6 — H	= 6,306
— 3 liaisons éthyléniques	= 5,121
	= 26,43

(au lieu de 26,13, valeur déduite de l'expérience).

(149) *Table pour le réfractomètre Pulfrich* [1].

Les deux premières colonnes donnent les angles en degrés et en minutes, tels qu'on les observe au réfractomètre Pulfrich ; dans la 3e colonne se trouvent les indices.

Exemple. — Angle observé au réfractomètre = 28° 34′.

On trouve dans la table :

Pour 28°,30′, $n = 1.542\,84$;
— 28°,40′, $n = 1.542\,05$.

La différence pour une augmentation de 10′ est donc 79 ; pour 4′ elle sera $79 \times 0,4 = 31,6$. On retranchera 31,6 de la valeur de n correspondant à 28° 30′, ce qui donne l'indice cherché :

$$n = 1,542\,84 - 0,00031,6 = 1,542\,52.$$

1. L'angle du prisme du réfractomètre est de 90°.

Degrés.	Min.	Indices.	Degrés.	Min.	Indices.	Degrés.	Min.	Indices.
0	0	1,61495	6	0	1,61156	12	0	1,60151
	10	494		10	137		10	114
	20	493		20	118		20	077
	30	492		30	098		30	039
	40	490		40	077		40	000
	50	488		50	056		50	1,59961
1	0	1,61485	7	0	1.61034	13	0	1,59921
	10	482		10	012		10	881
	20	478		20	1,60989		20	840
	30	473		30	966		30	799
	40	468		40	943		40	757
	50	463		50	919		50	715
2	0	1,61457	8	0	1,60894	14	0	1,59673
	10	451		10	869		10	630
	20	444		20	844		20	587
	30	436		30	818		30	543
	40	428		40	791		40	498
	50	419		50	764		50	453
3	0	1,61410	9	0	1,60736	15	0	1,59407
	10	400		10	708		10	361
	20	390		20	679		20	315
	30	379		30	650		30	268
	40	368		40	620		40	221
	50	356		50	590		50	173
4	0	1,61344	10	0	1,60559	16	0	1,59125
	10	331		10	527		10	077
	20	317		20	495		20	028
	30	303		30	463		30	1,58979
	40	289		40	430		40	929
	50	274		50	397		50	878
5	0	1,61259	11	0	1,60363	17	0	1,58827
	10	244		10	329		10	775
	20	228		20	295		20	723
	30	211		30	260		30	671
	40	193		40	224		40	618
	50	175		50	188		50	565
6	0	1,61156	12	0	1 60151	18	0	1,58511

Degrés.	Min.	Indices.	Degrés.	Min.	Indices.	Degrés.	Min.	Indices.
18	0	1,58511	24	0	1,56289	30	0	1,53559
	10	457		10	219		10	477
	20	403		20	149		20	395
	30	348		30	079		30	312
	40	293		40	008		40	229
	50	237		50	1,55937		50	146
19	0	1,58180	25	0	1,55866	31	0	1,53062
	10	123		10	795		10	1,52978
	20	066		20	723		20	894
	30	008		30	651		30	809
	40	1,57950		40	578		40	724
	50	891		50	505		50	639
20	0	1,57831	26	0	1,55431	32	0	1,52553
	10	771		10	357		10	467
	20	711		20	283		20	381
	30	651		30	208		30	295
	40	590		40	133		40	208
	50	529		50	058		50	121
21	0	1,57468	27	0	1,54982	33	0	1,52034
	10	406		10	906		10	1,51946
	20	344		20	830		20	858
	30	281		30	753		30	770
	40	217		40	676		40	682
	50	153		50	598		50	594
22	0	1,57089	28	0	1,54520	34	0	1,51505
	10	025		10	442		10	416
	20	1,56960		20	363		20	326
	30	895		30	284		30	236
	40	829		40	205		40	146
	50	763		50	126		50	056
23	0	1,56696	29	0	1,54046	35	0	1,50966
	10	629		10	1,53966		10	875
	20	562		20	885		20	784
	30	494		30	804		30	693
	40	426		40	723		40	602
	50	358		50	641		50	510
24	0	1,56289	30	0	1,53559	36	0	1,50418

Degrés.	Min.	Indices.	Degrés.	Min.	Indices.	Degrés.	Min.	Indices.
36	0	1,50418	42	0	1,46980	48	0	1,43380
	10	326		10	882		10	279
	20	234		20	783		20	178
	30	142		30	684		30	078
	40	049		40	585		40	1.42977
	50	1,49956		50	486		50	876
37	0	1,49863	43	0	1,46387	49	0	1,42775
	10	770		10	288		10	675
	20	676		20	189		20	574
	30	582		30	090		30	473
	40	488		40	1,45991		40	372
	50	394		50	891		50	271
38	0	1.49300	44	0	1 45791	50	0	1,42170
	10	205		10	691		10	069
	20	110		20	591		20	1,41969
	30	015		30	491		30	868
	40	1,48920		40	391		40	768
	50	825		50	291		50	667
39	0	1.48729	45	0	1,45191	51	0	1.41566
	10	633		10	091		10	466
	20	537		20	1,44991		20	365
	30	441		30	891		30	265
	40	345		40	791		40	165
	50	248		50	790		50	065
40	0	1,48151	46	0	1,44589	52	0	1.40965
	10	054		10	488		10	864
	20	1,47957		30	388		20	764
	30	860		30	287		30	664
	40	763		40	186		40	564
	50	665		50	086		50	464
41	0	1,47568	47	0	1.43985	53	0	1,40365
	10	470		10	885		10	265
	20	372		20	784		20	165
	30	274		30	683		30	066
	40	176		40	582		40	1,39967
	50	078		50	481		50	868
42	0	1,46980	48	0	1,43380	54	0	1,39769

Degrés.	Min.	Indices.	Degres.	Min.	Indices.	Degrés.	Min.	Indices.
54	0	1,39769	60	0	1,36311	66	0	1,33173
	10	671		10	219		10	092
	20	572		20	127		20	011
	30	473		30	035		30	1,32931
	40	374		40	1,35943		40	851
	50	276		50	852		50	772
55	0	1,39178	61	0	1,35761	67	0	1,32693
	10	080		10	670		10	614
	20	1,38982		20	580		20	536
	30	884		30	490		30	458
	40	786		40	400		40	381
	50	689		50	311		50	304
56	0	1.38592	62	0	1,35222	68	0	1,32227
	10	495		10	133		10	151
	20	398		20	044		20	075
	30	301		30	1,34956		30	000
	40	204		40	868		40	1,31925
	50	107		50	780		50	851
57	0	1 38011	63	0	1,34692	69	0	1,31777
	10	1,37915		10	605		10	703
	20	819		20	518		20	630
	30	723		30	431		30	557
	30	627		40	345		40	485
	50	532		50	259		50	413
58	0	1,37437	64	0	1.34173	70	0	1.31341
	10	342		10	088		10	269
	20	247		20	003		20	199
	30	152		30	1,33918		30	129
	40	057		40	834		40	059
	50	1,36963		50	750		50	1,30990
59	0	1,36869	65	0	1,33666	71	0	1,30922
	10	776		10	583		10	854
	20	683		20	500		20	786
	30	590		30	418		30	719
	40	497		40	336		40	652
	50	404		50	254		50	586
60	0	1,36311	66	0	1,33173	72	0	1,30520

Degrés.	Min.	Indices.	Degrés.	Min.	Indices.	Degrés.	Min.	Indices.
36	0	1,50418	42	0	1,46980	48	0	1,43380
	10	326		10	882		10	279
	20	234		20	783		20	178
	30	142		30	684		30	078
	40	049		40	585		40	1.42977
	50	1,49956		50	486		50	876
37	0	1,49863	43	0	1,46387	49	0	1,42775
	10	770		10	288		10	675
	20	676		20	189		20	574
	30	582		30	090		30	473
	40	488		40	1,45991		40	372
	50	394		50	891		50	271
38	0	1.49300	44	0	1 45791	50	0	1.42170
	10	205		10	691		10	069
	20	110		20	591		20	1,41969
	30	015		30	491		30	868
	40	1,48920		40	391		40	768
	50	825		50	291		50	667
39	0	1.48729	45	0	1,45191	51	0	1.41566
	10	633		10	091		10	466
	20	537		20	1,44991		20	365
	30	441		30	891		30	265
	40	345		40	791		40	165
	50	248		50	790		50	065
40	0	1,48151	46	0	1,44589	52	0	1.40965
	10	054		10	488		10	864
	20	1,47957		30	388		20	764
	30	860		30	287		30	664
	40	763		40	186		40	564
	50	665		50	086		50	464
41	0	1,47568	47	0	1.43985	53	0	1,40365
	10	470		10	885		10	265
	20	372		20	784		20	165
	30	274		30	683		30	066
	40	176		40	582		40	1,39967
	50	078		50	481		50	868
42	0	1,46980	48	0	1,43380	54	0	1,39769

Degrés.	Min.	Indices.	Degres.	Min.	Indices.	Degrés.	Min.	Indices.
54	0	1,39769	60	0	1,36311	66	0	1,33173
	10	671		10	219		10	092
	20	572		20	127		20	011
	30	473		30	035		30	1,32931
	40	374		40	1,35943		40	851
	50	276		50	852		50	772
55	0	1,39178	61	0	1,35761	67	0	1,32693
	10	080		10	670		10	614
	20	1,38982		20	580		20	536
	30	884		30	490		30	458
	40	786		40	400		40	381
	50	689		50	311		50	304
56	0	1,38592	62	0	1,35222	68	0	1,32227
	10	495		10	133		10	151
	20	398		20	044		20	075
	30	301		30	1,34956		30	000
	40	204		40	868		40	1,31925
	50	107		50	780		50	851
57	0	1,38011	63	0	1,34692	69	0	1,31777
	10	1,37915		10	605		10	703
	20	819		20	518		20	630
	30	723		30	431		30	557
	30	627		40	345		40	485
	50	532		50	259		50	413
58	0	1,37437	64	0	1,34173	70	0	1,31341
	10	342		10	088		10	269
	20	247		20	003		20	199
	30	152		30	1,33918		30	129
	40	057		40	834		40	059
	50	1,36963		50	750		50	1,30990
59	0	1,36869	65	0	1,33666	71	0	1,30922
	10	776		10	583		10	854
	20	683		20	500		20	786
	30	590		30	418		30	719
	40	497		40	336		40	652
	50	404		50	254		50	586
60	0	1,36311	66	0	1,33173	72	0	1,30520

(150) *Détermination des indices de réfraction des liquides à l'aide du réfractomètre de M. Ch. Féry.*

Un prisme creux dont les faces sont formées de deux demi-lentilles constitue un milieu dont l'angle réfringent varie entre certaines limites, selon que le rayon le traverse plus ou moins loin de l'arête réfringente. Il pourra donc compenser suivant les cas la déviation causée par différents liquides compris entre les demi-lentilles. Le déplacement latéral qu'il faudra lui donner pour cela fournira très approximativement la valeur des décimales de l'indice ($n - 1$).

L'appareil de M. Féry étant éclairé par la lumière du sodium et la cuve étant vide, on met le vernier au zéro et l'on fait coïncider, à l'aide d'une vis de réglage, la mire du collimateur (réticule vertical) avec le réticule en croix de Saint-André de la lunette.

On emplit alors la cuve du liquide et l'on manœuvre le bouton jusqu'à ce que l'image des deux réticules coïncide de nouveau. On lit sur l'échelle les deux premières décimales de l'indice et sur le vernier les millièmes.

Si la cuve n'est pas pleine, il n'y a aucun inconvénient : l'image primitive du réticule est dédoublée et l'on peut, après avoir fait coïncider avec la croisée des fils celle qui correspond au liquide, revenir à celle qui provient du seul prisme du verre et constater qu'elle est encore au zéro ; 2 ou 3 centimètres cubes de liquide suffisent.

(151) *Indices à* 15° *des solutions d'acide sulfurique donnant leur richesse en* SO^4H^2. (C. Féry.) Température 15°.

Indice.	SO^4H^2 %	Indice.	SO^4H^2 %	Indice.	SO^4H^2 %	Indice.	SO^4H^2 %
1,3340	1	1,3488	13	1,3635	25	1,3781	37
3352	2	3500	14	3648	26	3794	38
3364	3	3512	15	3660	27	3806	39
3376	4	3524	16	3672	28	3818	40
3388	5	3536	17	3684	29	3830	41
3401	6	3549	18	3698	30	3843	42
3413	7	3561	19	3710	31	3855	43
3426	8	3574	20	3720	32	3868	44
3438	9	3586	21	3732	33	3880	45
3450	10	3598	22	3744	34	3892	46
3463	11	3610	23	3758	35	3904	47
3475	12	3622	24	3769	36	3917	48

Indice.	SO^4H^2 %	Indice.	SO^4H^2 %	Indice.	SO^4H^2 %	Indice.	SO^4H^2 %
1,3929	49	1,4803	61	1,4258	73	1.4368	85
3942	50	4907	62	4273	74	4372	86
3954	51	4112	63	4290	75	4374	87
3966	52	4126	64	4296	76	4365	88
3978	53	4140	65	4306	77	4357	89
3990	54	4156	66	4316	78	4349	90
4003	55	4170	67	4327	79	4341	91
4105	56	4184	68	4338	80	4333	92
4208	57	4200	69	4348	81	4325	93
4309	58	4214	70	4356	82	4318	94
4503	59	4228	71	4360	83		
4608	60	4243	72	4364	84		

(152) *Indices des solutions de quelques acides.* (C. Féry.)

%	AzO^3H (à 15°).	HCl (à 15°).	%	Acide acétique (à 20°)
2	1,3350	1,3368	5	1,3358
4	3378	3424	10	3395
6	3404	3460	15	3431
8	3430	3505	20	3465
10	3457	3550	25	3497
12	3484	3596	30	3528
14	3512	3644	35	3560
16	3542	3690	40	3592
18	3557	3736	45	3622
20	3599	3784	50	3649
22	3626	3830	55	3674
24	3652	3878	60	3699
26	3680	3926	65	3723
28	3707	3972	70	3742
30	3735	4018	75	3755
32	3762	4059	80	3764
34	3788	4100	85	3769
36	3814	4140	90	3766
38	3837		95	3749
40	3860		100	3710
42	3884			
44	3908			
46	3929			
48	3950			
50	3971			
52	3990			

(153) *Indices des solutions alcalines.* (C. Féry.) Temperature 20°.

%	KOH	NaOH	%	Na^2CO^3
2	1,3362	1,3375	1	1,3340
4	3402	3430	2	3362
6	3446	3485	3	3383
8	3485	3536	4	3404
10	3527	3586	5	3425
12	3569	3634	6	3446
14	3610	3682	7	3466
16	3648	3729	8	3488
18	3685	3776	9	3508
20	3723	3823	10	3530
22	3762	3868	11	3550
24	3800	3911	12	3572
26	3838	3954	13	3594
28	3876	3996	14	3614
30	3914	4038	15	3636
32	3952	4076		
34	3990	4114		
36		4150		
38		4182		

(154) *Indices de réfraction des solutions aqueuses.* (Paul Bary.)

Qu. de sel %	NaCl	KCl	AzH^4Cl	SO^4Fe	SO^4Li^2	Qu. de sel %	Bichrom. de Pot.
2	1,3364	1,3355	1,3366	1,3344	1,3363	1	1,3335
4	3407	3388	3400	3381	3405	2	3355
6	3449	3423	3436	3418	3436	3	3376
8	3490	3449	3471	3456	3463	4	3396
10	3532	3477	3506	3493	3492	5	3415
12	3570	3503	3541	3532	3520	6	3435
14	3607	3529	3577	3572	3548	7	3450
16	3645	3555	3612	3613	3577	8	3465
18	3682	3582	3647	3653	3606	9	3483
20	3712	3608	3679		3632	10	3501
22	3741	3634	3712		3656		
24	3771	3662	3744		3680		
26			3777		3703		
28					3727		

(155) *Indices de réfraction des solutions aqueuses.* (Paul BARY.)

Qu. de sel %	$Al^2(SO^4)^3 + 18H^2O$	$ZnCl^2$	$SO^4Zn + 7H^2O$	$Na^2S^2O^3 + 5H^2O$	Qu. de sel %	SO^4Cu
5	1,3393	1,3424	1,3372	1,3396	2	1,3344
10	3435	3525	3424	3470	4	3368
15	3475	3654	3478	3549	6	3393
20	3513	3702	3528	3621	8	3418
25	3552	3790	3579	3695	10	3444
30	3584	3878	3632	3765	12	3469
35	3616	3988	3689	3833	14	3494
40	3648	4112	3749	3902	16	3519
45	3680	4236	3808	3959	18	3544
50	3713	4361	3874	4017	20	3570
55	3745	4488	3940	4075	22	3595
60	3778		4007	4132	24	3620
75	3875				2488	3630

(156) *Indices des mélanges d'eau et d'alcool.* (C. FÉRY.) Tempér. 20°.

%	C^2H^6OH	%	C^2H^6OH	%	CH^3OH	%	CH^3OH
2	1,3333	52	1,3612	2	1,3324	52	1,3426
4	3347	54	3617	4	3329	54	3426
6	3360	56	3621	6	3334	56	3425
8	3374	58	3625	8	3338	58	3423
10	3386	60	3629	10	3344	60	3422
12	3399	62	3632	12	3349	62	3420
14	3412	64	3634	14	3354	64	3417
16	3426	66	3636	16	3360	66	3415
18	3440	68	3637	18	3367	68	3412
20	3454	70	3638	20	3373	70	3408
22	3468	72	3639	22	3379	72	3405
24	3482	74	3640	24	3385	74	3401
26	3494	76	3640	26	3390	76	3396
28	3509	78	3640	28	3396	78	3391
30	3521	80	3640	30	3401	80	3386
32	3533	82	3639	32	3406	82	3380
34	3545	84	3639	34	3410	84	3374
36	3555	86	3638	36	3413	86	3368
38	3564	88	3636	38	3416	88	3361
40	3572	90	3634	40	3418	90	3353
42	3580	92	3632	42	3420	92	3344
44	3588	94	3629	44	3423	94	3335
46	3594	96	3626	46	3424	96	3325
48	3600	98	3622	48	3425	98	3314
50	3606	100	3618	50	3426	100	3300

(157) *Indices des solutions aqueuses de glycérine* (à 20°). (C. Féry.)

%	Indices	%	Indices	%	Indices	%	Indices
5	1,3380	30	1,3704	55	1,4030	80	1,4440
10	3446	35	3770	60	4110	85	4522
15	3510	40	3834	65	4192	90	4604
20	3576	45	3900	70	4276	95	4686
25	3640	50	3962	75	4356	100	4768

(158) *Indices des solutions aqueuses d'acides organiques.*

Quantités d'acide p. 100 en poids.	Acide citrique $C^6H^8O^7,H^2O$. Temp. : 18°.	Acide tartrique $C^4H^6O^6$. Temp. : 22°.	Acide tannique (de la noix de galle). Temp. : 18°.	Acide oxalique $C^2H^2O^4,2H^2O$. Temp. : 22°.
1	1,3333	1,3332	1,3340	1,3328
2	3345	3344	3361	3336
3	3357	3356	3381	3344
4	3370	3368	3402	3353
5	3382	3381	3423	3361
6	3395	3394	3444	3369
7	3407	3406	3465	3373
8	3420	3418	3486	3378
9	3432	3430	3510	3383
10	3445	3442	3533	3387
11	3457	3455	3556	3392
12	3470	3468	3579	3398
13	3482	3480	3603	
14	3494	3492	3625	
15	3507	3504		
16	3520	3519		
17	3532	3534		
18	3544	3550		
19	3556	3565		
20	3569	3581		
22	3598	3611		
24	3627	3642		
26	3656	3672		
28	3684	3703		
30	3714	3734		
32	3743	3765		
34	3772	3795		
36	3801	3826		
38	3830	3857		
40	3859	3888		

Quantités d'acide p. 100 en poids.	Acide citrique $C^6H^8O^7,H^2O$. Temp. : 18°.	Acide tartrique $C^4H^6O^6$. Temp. : 22°.	Quantités d'acide p. 100 en poids.	Acide citrique $C^6H^8O^7,H^2O$. Temp. : 18°.
42	1,3888	1,3919	54	4080
44	3919	3949	56	4112
46	3951	3980	58	4144
48	3984		60	4176
50	4016		62	4308
52	4048			

(159) *Indices de réfraction de quelques huiles.* (C. Féry.)

Indice déterminé à 15° : correction — 0,00037 (15 — t^0.)

Arachide épurée......	1,47325	Pied de mouton......	1,47045
— naturelle ...	7315	— de cheval.......	7095
Olives de Tunisie	7215	Ricin................	7990
— de Kabylie.....	7015	Amandes douces	7410
— à manger......	7130	Coton...............	7440
— fines..........	7070	Moutarde noire.......	7490
Noisette............	7160	Saindoux...........	7195
Œillette.............	7730	Oléine de saponification.	6245
Sésame naturelle.....	7490	Baleine St-Vincent....	7505
— épurée	7400	— du commerce..	7925
Lin..................	8140	Foie de morue Hogg..	8600
Pied de bœuf........	7550	— blonde.	8335

(160) *Pouvoirs rotatoires.*

Une substance active, d'une densité d, imprime au plan de polarisation d'une lumière x une rotation α pour une épaisseur l (unité : le décimètre).

Si la substance est dissoute dans un liquide inactif et si l'on appelle P le poids de la substance, v le volume de la solution, π le poids de cette dernière et d sa densité, on pourra écrire

$$[\alpha]_x = \frac{\alpha}{l}\frac{v}{P} = \frac{\alpha}{ld}\frac{\pi}{P} \quad \text{et} \quad P = \frac{\alpha\pi}{ld[\alpha]_x} = \frac{\alpha v}{l[\alpha]_x},$$

formules qui se réduisent à l'expression $[\alpha] = \frac{\alpha}{ld}$ pour le cas des corps homogènes où $\pi = P$; α et $[\alpha]_x$ s'expriment en degrés sexagésimaux, mais avec division décimale du degré.

Pour x les majuscules indiquent les raies du spectre, les italiques les diverses couleurs et *ts* la teinte sensible, gris-lavande, correspondant

à l'extinction des rayons jaunes. Dans la table **162** et suivantes, le dissolvant est imprimé en italique et la concentration est indiquée de plusieurs manières : c exprime le poids (en grammes) de substance active contenue dans 100 cc. : c'est la valeur de P pour $v = 100$; p exprime le poids (en grammes) de substance active contenue dans 100 gr. de solution : on a $p = \frac{c}{d}$. Enfin, on empoie aussi le terme q, lequel est égal à $100 - p$: c'est le poids de substance *inactive* contenu dans 100 grammes de solution.

On a anciennement déterminé beaucoup de pouvoirs rotatoires à l'aide du saccharimètre et pour la teinte sensible. L'emploi de cet instrument n'est valable que si la dispersion rotatoire suit dans la substance examinée la même loi que dans le quartz. Dans ce cas, on aurait la rotation par rapport au rayon D en prenant les 8/9 de celle trouvée par la teinte sensible.

Nota. — Quand dans la colonne *limite de la concentration* se trouve l'indication d, qui est celle de la densité du liquide, le pouvoir rotatoire marqué est celui du corps liquide observé directement et non dilué; on applique alors la formule $[\alpha] = \frac{\alpha}{ld}$.

(161) *Rotation pour 1 millimètre d'épaisseur.*

	x	Rotations observées α.
Quartz (Biot)	D	± 20°,984
— —	G	± 39,513
— (Broch)	D	± 21,69 ou 21° 43′.
— —	G	± 42,20
— (Soret et Sarasin)	A	± 12,668 $t = 20°$.
— —	B	± 15,746 —
— —	C	± 17,318 —
— —	D_2	± 21,684 —
— —	D_1	± 21,727 —
— —	E	± 27,543 —
— —	F	± 32,773 —
— —	G	± 42,604 —
— (Von Lang)	Li.	± 16,402
— —	Tl.	± 26,533
— (Landolt)	*j.*	± 24° 5 (complément de la teinte sensible.
— (Biot)	*ts.*	± 24
— (Biot)	*r.*	± 18,05 (verre rouge au cuivre).

	x	Rotations observées α.
Cinabre	r.	— 270°-300
Chlorate de sodium	D	± 3,16
Bromate de sodium	j.	± 2,8
Periodate de sodium	D	± 23,3
Hyposulfate de potasssium	D	± 8,385
— de calcium (4 aq.)	v.	± 2,091
— de strontium	v.	± 1,642
— de plomb (4 aq.)	D	± 5,531
Acétate d'urane et de sodium	j.	± 1,08
Benzile	D	± 24,837
Sulfate d'éthylène-diamine	D	± 15,5
Carbonate de guanidine	D	± 14,58
Sulfate de strychnine	r.	— 10,791
Phtaléine du phénol diacétylée.	Li.	± 17,1
	Na.	19,7
	Tl.	23,8
Camphre de matico	D	2,07
Sulfoantimoniate de sod. (9 aq.).	j.	± 2,67

(162) *Pouvoirs rotatoires pour la raie* D.

Acides et sels.	Temp. de l'observation.	Limites de concentration.	Signes.	Pouvoirs rotatoires $[\alpha]_D$.
Acide camphorique	20°	$c=0,64$	+	46°,2
— *alcool*	20	$c=2,562$	+	47,5
— *ac. acétique*	20	$c=3,026$	+	46,3
Acide cholalique, *alcool*.		$c=3,338$	+	50,2
— (sel Na *eau*)		$c=19,049$	+	26
— glutam. HCl 9,5 Bé	18	$p=5,45$	+	34,7
Acide glutarique		$p=18,81$	—	1,98
Acide glychocoliq. *alcool*		$c=9,504$	+	29
Acide malique *eau*	20	$q=30-64$	+	$5,891-0,08959\,q$
— —	20	$q=65-92$	—	$5,891-0,08959\,q$
Malate de pot. ac. *eau*	20	$q=73-91$	—	0,6325—0,05[illegible]62 q
— neutre —	20	$q=38-91$	—	$3,016-0,1588\,q+0.0005555\,q^2$
Malate de sod. ac. *eau*	20	$q=41-80$	—	$9,367-0,2791\,q+0,001152\,q^2$

	Temp. de l'observation.	Limites de concentration.	Signes.	Pouvoirs rotatoires $[\alpha]_D$.
	°			°
Malate de sod. neutre *eau*	20	$q=34-52$	+	$15,202-0,3322q+0,00008184q^2$
— — —		$q=53-95$	—	$15,202-0,3322q+0,00008184q^2$
Malate d'amm. ac., *eau*.	20	$q=72-94$	—	$3,955-0,02879q$
— neutre —	20	$q=37-83$	—	$3,315-0,005042q$ $0,0005155q^2$
Acide podocarpiq., *alcool*		$c=4-9$	+	136
Acide quinique........	15	$c=2-10$	—	43,9
Acide santonique, *alcool*	22,5	$c=1-3$	—	25,8
Acite tartrique.	20	$c=0,5-15$	±	$15,06-0,131c$
Tartrate de potas. neutre.	20	$c=11,597$	±	28,48
— acide..	20	$c=0,615$	±	22,61
Tartrate de sod. neutre.	20	$c=9,946$	±	30,85
— acide..	20	$c=4,409$	±	23,95
Tartrate de pot. et sod.	20	$c=10,771$	±	29,67
Tartrate d'amm. neutre.	20	$c=9,433$	±	34,26
— acide..	20	$c=1,712$	±	25,65
Émétique ordinaire,....	24	$c=7,982$	±	142,76
Taurochol. de sod. *alcool*		$c=9,898$	+	29
Acide valérique........	90	$d=0,933$	+	3,6
Corps neutres.				
Alcool amylique (Le Bel).	19	$d=0,812$	—	5,70
Chlorure d'amyle —	15	$d=0,886$	+	1,24
Bromure — —	15	$d=1,225$	+	3,60
Iodure — —	15	$d=1,54$	+	5,52
Cholestérine, *éther*.....		$c=7,9-10$	—	31,59
— , *chloroforme*	15	$c=2-8$	—	$36,61+0,249c$
Échicérine, *chloroforme*	15	$c=2$	+	65,75
Échirétine, *éther*.......	15	$c=2$	+	54,8
Échitéine, *chloroforme*.	15	$c=2$	+	85,5
Échitine —	15	$c=2$	+	75,3
Euphorbone, *éther*.....	15	$c=4$	+	11,7
Phytostérine, *chlorof*...	15	$c=1,636$	—	34,2
Santonine *alcool*.......	20	$c=1,782$	—	161
— *chloroforme*...	20	$q=75-96,5$	—	$202,7-0,3086q$
Métasantonine —	20	$c=2,206$	+	124
Santonide —	20	$c=3,1-30,5$	+	754
— *alcool*.......	20	$c=4.046$	+	693
Parasantonide *chlor*....	20	$c=2,6-50,3$	+	891,7

	Temp. de l'observation.	Limites de concentration.	Signes.	Pouvoirs rotatoires $[\alpha]_D$.
Essences.				
Camphre des laur. *alc*..	20°	$q=45-90$	+	$54{,}38-0{,}1614\,q+0{,}000369\,q^2$
— *alc. méthyliq*..	20	$q=50-80$	+	$56{,}15-0.1769\,q+0{,}0006610\,q^2$
— *ac. acétique*...	20	$q=34-84$	+	$55{,}49-0{,}1372\,q$
— *acét. d'éthyle.*	20	$q=46-85$	+	$55{,}15-0{,}04383\,q$
— *benzine*......	20	$q=36-76$	+	$55{,}21-0{,}163\,q$
Ess.de téréb.(P.australis)	20	$d=0{,}9104$	+	14,147
— —, *alcool*	20	$q=27{,}78$	+	$14{,}173-0{,}011782\,q$
— (Pinus silvestris)	24,5	$d=0{,}85$	+	27,7
— —, ordinaire..	20	$d=0{,}863$	—	37,01
— —, *alcool*....	20	$q=10-90$	—	$36{,}974+0{,}0048164\,q+0{,}0001331\,0\,q^2$
— —, *benzine*...	20	$q=10-90$	—	$36{,}970+0{,}021531\,q+0{,}000067627\,q^2$
— —, *ac. acétiq*	20	$q=10-90$	—	$36{,}894+6{,}024553\,q^2\ 0{,}00013689\,q^2$
Alcaloïdes.				
Aricine *alcool* 97 %....	15	$c=1$	—	54,1
Brucine — 80 %....	15	$c=5{,}4$	—	85
Cinchonicine *chlorof*...	15	$c=2$	+	46,05
Cinchonidine *alc.* 95 %..	15	$c=2-5$	—	$113{,}53-0.426\,c$
— bisulfate, *eau*.. + 1 mol. H^2SO^4.	15	$c=1-7$	—	$105{,}96-1{,}0267\,c+0{,}03376\,c^2-0{,}00104\,c^3$
Cinchonine, *alcool*....	15	$c=1$	+	225,96
— chlorhydrate, *eau*.	15	$c=0{,}5-3$	+	$165{,}5-2{,}425\,c$
— —, *alcool* 97 %..	15	$c=1-10$	+	$179{,}81-6{,}314\,c+0{,}8406\,c^2-0{,}0371\,c^3$
— sulf. basique, *eau*	15	$c=12$	+	$17{,}03-0{,}855\,c$
— —, *alcool* 97 %...	15	$c=3-10$	+	$193{,}29-0{,}374\,c$
Cinchoténine, 1 *vol. alc.* 97 % et 2 *vol. chlorof.*	15	$c=2$	+	115,5
Codéine, *alcool* 97 %...	15	$c=2$	—	635,8
Conicine.............	15	$d=0{,}873$	+	17,9
Cusconine, *alcool* 97 %..	15	$c=2$	—	54,3
Homocinchonidine, *alcool* 97 %...........	15	$c=2$	—	109,3
Laudanine, *chloroforme*	22,5	$c=2$	+	13,5
Laudanosine —	22,5	$c=2$	—	56
Morphine, hydrate, *eau* + 1 mol. Na^2O.	22,5	$c=2$	—	67,5

	Temp. de l'observation.	Limites de concentration.	Signes.	Pouvoirs rotatoires $[\alpha]_D$.
Morphine chlorhyd., *eau*	15°	*c*=1—4	—	100°,67—1,14 *c*
— sulfate, *eau*.....	15	*c*=1—4	—	100,47—0,96 *c*
Narcotine, *alcool* 97 %.	22,5	*c*=0,74	—	085
—, *eau* + 2 *mol.* HCl		*c*=2	+	42
Nicotine.............	20	*d*=1,08101	—	161,55
—, *alcool*..... ...	20	*q*=10—85	—	160,33—0,22236 *q*
— chlorhydr., *eau*	20	*q*=57—90	+	51,50—0,69319 + 0,004238 q^2
— acétate, *eau*...	20	*q*=77—95	+	49,68—0,71899 + 0,002542 q^2
— sulfate —	20	*q*=30—90	+	19,77—0,05911 *q*
Papavérine, *alcool* 97 %	15	*c*=2	—	4
Paytine, *alcool*.......		co,4542	—	49,5
Quinamine —		*c*=0,8378	+	106,8
Quinicine, *chloroforme*.	15	*c*=2	+	44,1
Quinidine, *alcool* 97 %.	15	*e*=1—3	+	236,77—3,01 *c*
— chlorhydrate, *eau*	15	*c*=1—2	+	205,83—4,328 *c*
— sulfate, *eau*.....	15	*c*=2—8	+	218—0,8 *c*
Quinine, hydr., *alc.* 97 %.	15	*c*=1—10	—	145,2—0,657 *c*
— —, *éther*....	15	*c*=1,5—6	—	158,7—1,911 *c*
— chlorhydrate, *eau*	15	*c*=1—3	—	144,98—3,15 *c*
— sulfate monobas. + 7 aq., *eau*.	15	*c*=1—6	—	164,85—0,01 *c*
— — acide + 5 aq. —	15	*c*=2—10	—	170,03—0,94 *c*
— — acide + 7 aq. —	15	*c*=2—10	—	155,69—1,136 *c*
Strychnine, *alcool* 80 %.		c=0,91	—	128
Thébaïne — 97 %	15	c=2	—	216,6
Sucres et Glucosides.				
Saccharose...........	20	*p*=0—18	+	66,5
—		*p*=18—69	+	66,386+0,015035 *p* —0,0003986 p^2
—	15	*c*=0—10	+	68,65—0,828 *c*+ 0,115415 c^2
—, *alcool*...........	15	*c*=5	+	66,7
—, *eau*+1/4 *mol* *CaO*		*c*=10	+	64,9
— — +1/2 —		—	+	61,3
— — +1 —		—	+	46,9
— — +2 —		—	+	51 8
— — +1 *mol.* Na^2O.		*c*=5	+	66
Saccharine...........			+	93,5

	Temp. de l'observ.	Limites de concentration.	Signes.	Pouvoirs rotatoires $[\alpha]_D$.
Glucose cristallisé, *eau*.	20°	$p=1-100$	+	47°,73+0.015534 p +0,0003883p^2
— — —	—	$q=9-12$	+	53,862+0 093194 q 0,0003883 q^2
— anhydre —	—	$p=1-100$	+	52,50+0,018796 p +0,000517 p^2
— — —	—	$q=17-93$	+	58,698—0,1025 q +0,0004271 q^2
— de raisin —	15	$c=2.8$	+	51,78
— de salicine —	—	$c=2,5$	+	51,80
— d'amyg. (+aq.) —		$c=2$	+	49,25
Lévulose, *eau*	0-40	$c=0-40$	—	101,38—0,56t +0,108 (c — 10)
Lactose anhydre, *eau*...		$c=0,36$	+	52,53+0,055 (20—t)
— tétracétylée		$c=7,46$	+	50,1
Maltose anhydre, *eau*...	15-35	$p=5-35$	+	140,375—0,01837 p —0,059 t
Galactose, *eau*.........	10-30	$p=4,9-35.3$	+	83,883+0,0785 p —0,829 t
Mannite..............			—	0,15
Nitromannite, *alcool*....		$d=7,5$	+	40
Quercite..............	16	$c=1-10$	+	25,03
Salicine..............	15	$c=1-3$	—	65,17—0,63 c
Phlorizine *alcool*.......	22.5	$c=1-5$	G	49,4+2,41 c
Sucre interverti........	15	$p=20$	—	21,16
Mannose (séminose).....			+	14,36
Mannoheptose (perséose)			+	85
Sorbine (sorbose)		$p=10$	—	43,4
Arabinose			+	105,1
Xylose			+	19
Tréhalose (+2 aq.)....		$p=10$	+	180
Raffinose (+5 aq.).....			+	104
Stachyose			+	148
Inosites actives (anhydr.)			±	65
— — (hexacét.)			±	10
Pinite (matézite)			+	65,5
Québrachite			—	80
Bergénite.............			—	51,36
Mannite hexanitrique...			+	42,2
— dichlorhydrique			—	3,75
— hexacétique ...			+	18
Mannitane............			—	23,8

	Temp. de l'observ.	Limites de concentration.	Signes.	Pouvoirs rotatoires $[\alpha]_D$.
Sucres (suite).				°
Mannitane monochlorh..			+	18,7
— tétracét.......			+	23
Éther dimannitique.....			—	5.59
Glucose tétracétochlor...			+	147
— tétracétonitrique			+	159
Isodulcite (rhamnose)...			+	8,07
Fucose...............			—	77
Mélézitose............			+	88,51
Saccharine du lactose...			—	48,4
— du maltose..			+	63
Dextrine..............			+	223
Lévulane.............			—	221
Inuline...............			—	34.5
Sorbite...............			—	1,73
Gluconate de calcium...			+	7
Lactones mannoniques..			±	54
Lactone galactonique...			—	58,6
— rhamonique....			—	34,5
Acide glycuronique.....			+	19,2
Divers.				
Asparagine, *eau*........	15		+	6,436
— ammon. 10 °/₀	15		—	10,684
— HCl 10 °/₀....	15		+	37,45
Menthol, *alcool absolu*..	22	$c=4,9$	—	49.4

Anciens pouvoirs rotatoires.

	Temp. de l'observ.	Limites des concentrations.	Signes.	Pouvoirs rotatoires $[\alpha]$.	Indice de réfraction (D).
Acides.	°			°	
Acide arabique.........		$c=5$	j —	28.8 à 46.1	
— aspartiq. s. HCl 9,5 Bé	22	$p=5,094$	j —	27,68	
— s. AzH^3 10 °/₀.		$p=4,02$	j —	11,67	
— s. NaHO diluée.			j —	2,2	
Asparagine s. HCl D 1,07.	22	$p=11.125$	j +	34,4	
— s. NaHO 4,8 °/₀.	22	$p=17,9$	j —	7.84	
— s. AzH^3.......			j —	11,18	
— s. AzO^3H......			j +	35 à 38,8	
— s. ac. citrique.			j +	12,5	

	Temp. de l'observ.	Limites des concentrations.	Signes.	Pouvoirs rotatoires [α].	Indice de réfraction (D).
	0			0	0
Acide tartrique (Biot)...	17	p=35,7	r +	8,52	
— (Pasteur).	17	p=35,7	r +	8,53	
Tartramide.......... ..			j ±	133,9	
Essences (Buignet).					
Essence d'aspic........	12		j +	3,30	
— de bergamote.....	12	d=0,868	j +	18.45	1,468
— de camomille.....	12	d=0,881	j +	48,80	1,462
— de carvi...........	12	d=0,916	j +	87,33	1,493
— de cédrat..........	12	d=0,855	j +	88,88	1,478
— de citron..........	12	d=0,851	j +	87,65	1,479
— de fenouil.........	12	d=0,984	j +	8,13	1,555
— de genevièvre.....	12	d=0,879	j —	14,79	1,495
— de girofle.........	12	d=1,061		0	1,542
— de lavande........	12	d=0,886	j —	21,2	1,467
— de menthe poiv. ang.		d=0,904	j —	34,29	1,469
— — française.		d=0,904	j —	14,3	1,469
— — pouliot...			j +	25,07	
— de muscade.......		d=0,874	j +	34,28	1,483
— de néroli..........			j +	10,25	
— de fleurs d'or. du Midi		d=0,878		0	1,482
— de Paris...........		d=0,847		0	1,482
— d'oranges		d=0,887		0	1,477
— de petit-grain......			j +	20,47	
— de romarin........		d=0,896	j +	14,67	1,475
— de santal citrin		d=0,975	j —	24.3	1,514
— de sassafras.......	12	d=1,087	j +	2 45	1,541
— de sauge..........		d=0,896	j —	8,93	1,475
— de térébenthine....		d=0,867	j —	43,5	1,476
— de thym		d=0,890	j —	11,23	1,483
— de copahu.........	12		j —	17,33	
— d'amande amère ...	12	d=1,059		0	1,550
— de cannelle de Chine	12	d=1,064		0	1,593
— — de Ceylan.	12	d=1,033		0	1,563
Essences (Gladstone)(1).					
Essence d'anis.........	16,5	d=0,9852	—	0.41	1,5666
— de bois de rose....	17	d=0,9064	—	6,95	1,1403
— de bouleau........	8	d=0,9005	+	16,76	1,4921
— de cannelle........	19,5	d=1,0297		0	1,5748
— de citronnelle......	21	d—0,8908	—	1,76	1,4659

(1) Chiffres calculés d'après la formule, jaune voisin de D.

	Temp. de l'observ.	Limites des concentrations.	Signes.	Pouvoirs rotatoires [α].	Indice de réfraction (D).
	°				°
Essence de géranium de l'Inde..	21,5	d=0,9043	—	1,74	1,4714
— de girofle.........	17	d=1,0475	—	15,04	1,5312
— de limon (citr. méd.)	16,5	d=0,8498	+	76,44	1,4727
— d'écorce d'orange..	10	d=0,8509	+	14,84	1,4699
— de rose...........	25	d=0,8912	—	3,09	1,4627
— de wintergreen....	15	d=1,1243	+	1,05	1,5278
— de cédrat..........	18	d=0,8514	+	71,05	
— de muscade........	24	d=0,883	+	20	
Alcaloïdes.					
Picrotoxine, *alcool*.....		p=0,125	j—	28,1	
Sucres.					
Saccharose............			j+	75,08	
Lévulose.............	14		j—	106	
—	90		j—	53	
Eucaline..............			j+	55	
Parasaccharose			j+	108	
Pinite..			j+	58,6	
Hématoxyline..........			j+	92	
Amygdaline			j—	35,5	
Mycose...............		c=10,03	j+	173,2	
Mélitose (+ 3 aq.)......	25	c=17,11	j+	88	
Mélézitose anhydre.....	20	c=18,6	j+	94,1	
Isodulcite............		c=10 2	j+	47,6	
Sorbine..............		c=33,9	j—	46,9	
Tréhalose (+ 2 aq).....	15	c=6,4—14,8	j+	199	
Populine.............		p=1	j—	53	
Matières albuminoïdes.					
Primovalbumine........			j—	34,14	
Secondovalbumine.....			j—	52,7	
Leucozymase..........			j—	78,6	
Caséine (lait de vache) ac. acét.......			j—	99	
— carb. de soude.			j—	110,7	
— ammoniaque ..			j—	116,7	
Lactalbumine			j—	62,6 à 66,6	
Galactozymase.........			j—	40,6	
Fibrine (bœuf) HCl.....			j—	72,5	
Gélatine.........			j—	167	
Osséine (HCl) (d'après M. A. Béchamp)			j—	411,6	

Section XIII. — Solubilité des gaz. (Voir aussi tables 213 à 218.)

(163) *Coefficients d'absorption de quelques gaz* (BUNSEN et CARIUS), *calculés pour* 0°, 4°, 10°, 15° *et* 20° *C.*

Gaz.			0°	4°	10°	15°	20°
Azote	dans	l'eau	0,02035	0,01838	0,01607	0,01478	0,01403
—	—	l'alcool	0,12634	0,12476	0,12276	0,12142	0,12038
Hydrogène	—	l'eau	0,01930	0,01930	0,01930	0,01930	0,01930
—	—	l'alcool	0,06925	0,06867	0,06786	0,00725	0,06668
Oxygène	—	l'eau	0,04114	0,03717	0,03250	0,02989	0,02838
—	—	l'alcool	0,28397	0,28397	0,28397	0,28397	0,28397
Acide carbonique	—	l'eau	1,7967	1,5126	1,1847	1,0020	0,9014
—	—	l'alcool	4,3295	3,9736	3,5140	3,1993	2,9465
Oxyde de carbone	—	l'eau	0,03287	0,02987	0,02635	0,02432	0,02312
—	—	l'alcool	0,20443	0,20443	0,20443	0,20443	0,20443
Protoxyde d'azote	—	l'eau	1,3052	1,1346	0,9196	0,7778	0,6700
—	—	l'alcool	4,1780	3,9085	3,5408	3,2678	3,0253
Bioxyde d'azote	—	—	0,31606	0,30290	0,28609	0,27478	0,26592
Gaz des marais	—	l'eau	0,05449	0,04993	0,04372	0,03909	0,03499
—	—	l'alcool	0,52259	0,51135	0,49535	0,48280	0,47096
Gaz oléfiant	—	l'eau	0,2568	0,2227	0,1837	0,1615	0,1488
—	—	l'alcool	3,5950	3,3750	3,0859	2,8825	2,7131
Butane	—	l'eau	0,03147	0,02770	0,02355	0,02147	0,02065
Éthane	—	—	0,0874	0,0748	0,0599	0,0508	0,0447
Hydrogène sulfuré	—	—	4,3706	4,0442	3,5858	3,2326	2,9053
—	—	l'alcool	17,891	15,373	11,992	9,539	7,415
Acide sulfureux	—	l'eau	79,789	69,828	56,647	47,276	39,374
—	—	l'alcool	328,62	265,81	190,31	144,55	114,48
Ammoniaque	—	l'eau	1049,6	941,9	812,8	727,2	654,0
Air atmosphérique	—	l'eau (voy. table 205)	0,02471	0,02237	0,01953	0,01795	0,01704

CHAPITRE II

Documents relatifs à la chimie pure.

Section I. — Analyse par la voie humide.

(164) *Table des réactions des principaux sels solubles.*

I. — SELS MINÉRAUX.

ALUMINIUM.

Ac. sulfhydrique, hydrofluosilicique, perchlorique. — Rien.

Sulfhydrate d'ammonium. — Pr. blanc vol. d'hydrate, sol. KHO.

Potasse. — Pr. blanc vol. d'hydrate, sol. exc. R., se séparant compl. si l'on ajoute exc. d'un sel ammoniacal, mais non par chal. seule.

Ammoniaque. — Pr. d'hydrate, pas comp. insol. exc. R.

Hydrate de baryum. — Pr. d'hydrate sol. exc. R., se séparant si l'on ajoute un sel ammoniacal.

Carbonate de potassium, de sodium ou *d'ammonium.* — Pr. d'hydrate presque insol. exc. R.

Carbonate de baryum. — Précipite compl. à froid.

Phosphate de sodium. — Pr. de phosphate, sol. ac. ou KHO.

Acide oxalique et *oxalates.* — Rien.

Sulfate de potassium ou *d'ammonium.* — Si sol. conc., dép. crist. d'alun.

Ferrocya. — Avec temps. Pr. vol.

Ferricya. — Rien.

AMMONIUM.

Voy. *Azote.*

ANTIMOINE.

I. – Sels antimonieux

Eau. — Rend laiteuses les solut. des sels antimonieux, mais HCl fait disparaître le trouble.

Ac. sulfhydrique. — Pr. rouge-

orangé ou coloration, si liq. très ét.

Sulfhydrate d'ammonium. — Pr. rouge-orange, sol. exc. R., surtout si R. impur [contenant S].

Potasse. — Pr. blanc vol. d'hydrate sol. grand exc. R. Bouilli, le pr. devient cristallin (oxyde).

Ammoniaque. — Pr. blanc vol. presque insol. exc. R.

Carbonate de potassium. — Pr. blanc vol. d'hydrate, sol. à chaud grand exc. R.

Carbonate d'ammonium. — Comme ammoniaque.

Phosphate de sodium. — Pr. blanc vol.

Ac. oxalique. — Pr. blanc vol.; avec temps précipitation compl.

Ferrocya.—Pr. blanc, insol. HCl.

Ferricya. — Trouble sol. HCl. (C'est l'action de l'eau du réactif.)

Noix de galle. — Pr. blanc-jaunâtre.

Zinc métallique. — Pr. noir d'antimoine; d. capsule de platine, tache noire.

Permanganate de potassium. — Est décoloré.

Nitrate d'argent. — La sol. potassique de l'oxyde d'antimoine précipite avec temps ou par chal. de l'argent métallique du nitrate d'argent ammoniacal.

Chlorure d'or. — Est réduit par chal.

II. — Sels antimoniques.

a. Solution chlorhydrique d'acide antimonique

Les *alcalis* et *leurs carbonates* précipitent en blanc; les pr. se dissolvent à chaud exc. R.

Permanganate de potassium. — N'est pas décoloré.

La plupart des autres réactions sont semblables à celles des dérivés antimonieux.

b. Antimoniates.

Ac. chlorhydrique. — Pr. blanc d'hydrate, sol. exc. R.

Ac. nitrique et *sulfurique*. — Pr. blanc d'hydrate, insol. à froid, sol. à chaud.

Gaz carbonique. — Trouble.

Ac. sulfhydrique. — Pr. rouge-orangé, si la liq. ne contient pas de potasse libre.

Ac. oxalique. — Avec temps léger pr.

Nitrate d'argent. — Pr. gris d'antimoniate et d'oxyde d'argent, sol. compl. Am.; liq. ne dépose pas d'argent métallique ni avec temps, ni par chal.

ARGENT.

Ac. chlorhydrique et *chlorures*. — Pr. blanc, caillebotté de chlorure, sol. Am., insol. ac. A la lumière devient d'abord violet, puis noir.

Acide sulfhydrique. — Pr. noir, s. AzO^3H bouillant.

Sulfhydrate d'ammonium. — Pr. noir insol. exc. R.

Potasse. — Pr. brun d'oxyde; par ébullition devient noir. Insol. exc. R.; sol Am.

Ammoniaque. — En très petite quantité, pr. brun, sol. exc. R.

Carbonate de potassium ou *de sodium*. — Pr. blanc ou blanc-jaunâtre de carbonate anhydre; insol. exc. R., sol. Am.

Carbonate d'ammonium. — Pr. blanc ou blanc-jaunâtre, sol. R.

Carbonate de baryum. — Pas d'action.

Phosphate de sodium. — Pr. jaune, insol. exc. R., sol. Am. ou AzO^3H.

Pyrophosphate de sodium. — Pr. blanc.

Iodure de potassium. — Pr. jaunâtre, peu sol. Am.; insol. AzO^3H.
Ferrocya. — Pr. blanc.
Ferricya. — Pr. brun-rouge.
Chromate de potassium. — Pr. brun-rouge, sol. Am. et AzO^3H.
Zinc métallique. — Dép. noir ou grisâtre d'argent métallique.

ARSENIC.

I. — Arsénites.

Ac. chlorhydrique. — Pr. d'acide arsénieux, sol. exc. R.
Ac. sulfurique, azotique, acétique. — Précipitent au bout d'un temps très long.
Acide sulfhydrique. — Si liq. neut., presque rien; si liq. ac., pr. jaune-serin de sulfure, sol. d. alcalis, leurs sulfures et carbonates, sol. Am., insol. HCl.
Sulfhydrate d'ammonium. — Rien.
Azotate d'argent. — Pr. jaune, sol. Am., nitrate d'ammonium, AzO^3H et ac. acétique. Liq. ammoniacale add. de KHO donne à chaud miroir d'argent.
Azotate mercurique. — Pr. blanc devenant gris par temps ou ébullition (mercure métallique).
Sulfate de cuivre. — Pr. vert-pomme, sol. en bleu Am. ou KHO; solut. potassique dépose par temps ou chal. de l'oxyde cuivreux rouge.
Permanganate de potassium. — Est bruni par les liq. neut. et décoloré par les liq. acidulées.
Chlorure d'or. — Est réduit à chaud par les liq. acidulées.

II. — Arséniates.

Ac. chlorhydrique, sulfurique, azotique. — Rien.
Ac. sulfhydrique. — Si liq. neut., rien; si liq. acidulées, form. lente d'un pr. jaune. Chal. favorise form. du pr. Insol. HCl, sol. d. alcalis, leurs carbonates et sulfures.
Sulfhydrate d'ammonium. — Rien.
Azotate d'argent. — Pr. rouge-brique sol. AzO^3H ou Am. Solut. ammoniacale add. de KHO n'est pas réduite par chal.
Sulfate de cuivre. — Pr. bleu-verdâtre.
Nitrate de bismuth. — Pr. blanc, très peu sol. AzO^3H ét.
Sulfate de magnésium additionné de chlorure ammonique et d'ammoniaque. — Pr. crist. semblable au phosphate ammoniaco-magnésien.
Molybdate d'ammonium, additionné d'un exc. d'acide azotique. — Par chal., pr. jaune cristallin d'arséniomolybdate ammonique.
Acétate d'urane. — Pr. jaune, sol. ac. acétique.
Permanganate de potassium. — N'est pas réduit.
Chlorure d'or. — Pas de réduction.

AZOTE.

I. — Sels ammoniacaux.

Ac. sulfhydrique, sulfhydrate d'ammonium, carbonates alcalins. — Rien.
Potasse. — A chaud, dégagement d'ammoniaque, reconnaissable à l'odeur, et aux fumées blanches qu'il donne à l'approche d'une baguette humectée de HCl.
Ac. tartrique. — Si liq. conc., pr. crist. de bitartrate, sol. d. une grande q. d'eau, sol. KHO; si liq. ét., rien.
Ac. hydrofluosilicique et *perchlorique.* — Si liq. pas trop conc., rien.
Chlorure platinique. — Pr

jaune pâle, peu sol. d. eau, insol. d. alcool éthéré.

Sulfate d'aluminium. — Dép. lent d'alun; si liq. ét., rien.

Hypobromite de sodium. — Dégagement d'azote à froid.

II. — Azotites.

Ac. sulfurique étendu. — Si liq. conc., dégagement d'oxyde azotique; si liq. ét., rien.

Ac. sulfhydrique. — Si liq. très légèrement acidulée par HCl, dép. de soufre et form. d'am.

Chlorure de baryum ou *de calcium.* — Rien.

Azotate d'argent. — Pr. blanc, sol. d. une grande q. d'eau, surtout à chaud.

Permanganate de potassium. — Si liq. neut., rien; si liq. ac., décol.

Iodure de potassium amidonné. — Si liq. légèrement ac., coloration bleue intense.

Sulfate ferreux. — Comme pour les azotates.

Ac. pyrogallique. — Col. brune en liq. acidulée par SO^4H^2.

Sol. de métaphénylène-diamine dans SO^4H^2 *ét.* — Col. jaune.

III. Azotates.

Ac. sulfurique et *chlorhydrique, chlorure de baryum* et *de calcium, acétate de plomb.* — Rien.

Acide sulfhydrique. — Si liq. très conc. et add. de SO^4H^2, dépôt de soufre; si liq. plus ét., rien.

Permanganate de potassium, iodure de potassium amidonné. — Rien.

Sulfate ferreux. — Sel solide broyé avec SO^4H^2 conc. et add. d'une goutte de la sol. d'un azotate, produit col. rose ou pourpre.

Tournure de cuivre et *acide sulfurique.* — Dégagement d'oxyde azotique.

Sulfate d'indigo. — Si liq. acidulée par SO^4H^2, décol. par chal.

BARYUM.

Ac. sulfhydrique et *sulfhydrate d'ammonium.* — Rien.

Potasse. — Si liq. conc., pr. crist. d'hydrate; si liq. ét., rien

Ammoniaque. — Rien.

Carbonate de potassium ou *d'ammonium.* — Pr. blanc de carbonate insol. exc. R.

Oxalate d'ammonium. — Pr. blanc pulv., sol. HCl, ac. acétique et oxalique. Si liq. très ét., rien.

Ac. sulfurique et *sulfates* (surtout sulfate calcique). — Pr. blanc lourd, insol. HCl lentement déc. par carbonates alcalins à chaud.

Ac. hydrofluosilicique. — Pr. blanc crist., presque insol. HCl. Si liq. très ét., pr. ne se produit que par temps ou chal.

Chromate et *bichromate de potassium.* — Pr. jaune, presque insol. d. eau, sol. HCl.

Succinate d'ammonium. — Pr. instantané, si liq. conc.; lent, si liq. ét.

Ferrocya. — Si liq. conc., avec temps, pr. crist.

Ferricya. — Rien.

BISMUTH.

Sels bismuthiques.

Eau. — Dédouble les sels en sels acides qui se dissolvent et en sels basiques insol.

Ac. sulfhydrique. — Pr. noir, insol. AmHS, sol. AzO^3H bouillant.

Sulfhydrate d'ammonium. — Pr. noir, insol. ex. R.

Potasse et *ammoniaque*. — Pr. blanc d'hydrate, insol. exc. R.

Carbonate de potassium ou *d'ammonium*. — Pr. blanc de carbonate insol. exc. R.

Carbonate de baryum. — Précipité compl. à froid.

Ferrocya.—Pr.blanc, insol.HCl.

Ferricya.—Pr.jaune, insol.HCl.

Iodure de potassium. — Pr. brun, sol. exc. R.

Bichromate de potassium. — Pr. jaune, sol. AzO^3H insol. KHO.

Sol. de chlorure stanneux dans KHO *ou* NaOH. — Préc. noir.

Zinc métallique. — Dép. noir de bismuth métallique.

BORE.

Borates.

Chlorure de baryum. — Pr. blanc, sol. ac. ou d. chlorure d'ammonium.

Acétate de plomb. — Pr. blanc, insol. Am.

Azotate d'argent. — Pr. blanc ou blanc-jaunâtre, sol. AzO^3H ou Am. Si liq. très ét., pr. gris d'oxyde d'argent.

Papier de curcuma. — Trempé d. sol. légèrement acidulée par HCl ét., brunit par dessiccation.

Alcool. — Les borates mêlés de SO^4H^2 conc. ou l'ac. borique libre colorent en vert la flamme de l'alcool.

BROME.

I. — Bromures.

Chlorure de baryum. — Rien.

Acétate de plomb. — Pr. blanc, sol. d. une grande quantité d'eau.

Azotate d'argent. — Pr. blanc-jaunâtre, insol. AzO^3H, moins sol. Am. que le chlorure d'argent; devient gris à la lumière.

Azotate palladeux. — Pr. brun-rouge; si liq. très ét., pr. ne se forme qu'avec temps. Le chlorure palladeux ne précipite pas.

Eau de chlore. — Coloration rouge-jaunâtre que l'éther ou l sulfure de carbone enlèvent au liquide.

Peroxyde de manganèse et *ac. sulfurique*. — Par chal., vap. rouge foncé de brome.

II. — Bromates.

Acétate de plomb. — Pr. blanc; si liq. très ét., rien.

Azotate d'argent. — Pr. blanc, peu sol. AzO^3H, sol. Am.

Azotate mercureux. — Pr. blanc-jaunâtre, presque insol. AzO^3H froid.

Ac. sulfurique conc. — Dégage à chaud vap. de brome et oxygène.

CADMIUM.

Ac. sulfhydrique. — Pr. jaune vif, insol. AmHS, sol. AzO^3H bouillant.

Sulfhydrate d'ammonium. — Pr. jaune vif, insol. R.

Potasse. — Pr. blanc d'hydrate, insol. exc. R.

Ammoniaque. — Pr. blanc d'hydrate, très sol. exc. R.

Carbonate de potassium. — Pr. blanc de carbonate, insol. exc. R.

Carbonate d'ammonium. — Pr. blanc, un peu sol. exc. R.

Carbonate de baryum. — Précipite compl. à froid.

Ferrocya. — Pr. blanc, légèrement jaunâtre, sol. HCl.

Ferricya. — Pr. jaune, sol. HCl.

Sulfocya. — Rien, même après add. d'ac. sulfureux.

Zinc métallique. — Dép. écailleux assez brillant de cadmium.

CALCIUM.

Ac. sulfhydrique et *sulfhydrate d'ammonium.* — Rien.

Potasse. — Pr. blanc d'hydrate, sol. d. beaucoup d'eau.

Ammoniaque. — Rien.

Carbonate de potassium ou *d'ammonium.* — Pr. blanc de carbonate, insol. exc. R.

Oxalate d'ammonium. — Pr. blanc. pulv., même si liq. très ét., sol. HCl, à peu près insol. ac. acétique et oxalique.

Ac. sulfurique et *sulfates.* — Pr. blanc crist., sol. HCl; si liq. ét., rien.

Ac. hydrofluosilicique. — Rien.

Chromate et *bichromate de potassium.* — Rien.

Succinate d'ammonium. — Si liq. conc., pr. crist.; si liq. ét., rien.

Ferrocya. — Rien, à moins que liq. ne soit très conc.

Ferricya. — Rien.

CARBONE.

(Voyez plus loin aux *Sels organiques.*)

CHLORE.

I. — Chlorures.

Acétate de plomb. — Pr. blanc, sol. d. beaucoup d'eau.

Azotate d'argent. — Pr. blanc, insol. AzO^3H, très sol. Am.; à la lumière, devenant violet, puis noir.

Azotate palladeux. — Rien.

Peroxyde de manganèse et *ac. sulfurique.* — Par chal., dégagement de chlore.

II. — Hypochlorites.

Chlorure de baryum. — Rien.

Azotate de plomb. — Pr. blanc, devenant avec temps rouge-orangé et enfin brun (peroxyde de plomb).

Azotate d'argent. — Pr. blanc d'hypochlorite, se dédoublant très rap. en chlorure et chlorate.

Sulfate manganeux. — Pr. brun de peroxyde de manganèse hydraté.

Permanganate de potassium — N'est pas altéré.

Ac. chlorhydrique, sulfurique. — Dégagement de chlore à froid.

Indigo. — Est décoloré lent. par les sol. alc., rap. après add. d'ac. Si l'on ajoute de l'ac. arsénieux à l'indigo, la décol. n'a lieu qu'après l'oxydation compl. de cet acide.

III. — Chlorites.

Chlorure de baryum. — Rien.

Azotate d'argent. — Pr. blanc de chlorite, sol. d. beaucoup d'eau.

Permanganate de potassium. — Est décomposé aussitôt avec form. d'un dép. brun par ac. chloreux.

Indigo. — Est décoloré instantanément, même en présence de l'ac. arsénieux.

IV. — Chlorates.

Chlorure de baryum ou *azotate d'argent.* — Rien.

Ac. chlorhydrique. — Si liq. ét., rien; si liq. conc. ou chaude, dégagement d'un gaz jaune (chlore et composés oxygénés).

Ac. sulfurique. — Qqs parcelles d'un chlorate, introduites d. SO^4H^2 conc., dégagent du peroxyde de chlore jaune décomposable par la chal. avec explosion.

Indigo. — N'est pas décoloré; mais si l'on ajoute un peu SO^4H^2 ét. et peu à peu du sulfite de sodium, la décol. a lieu aussitôt.

Couple Zn-Cu de Gladstone et Tribe. — Transforme à chaud les chlorates alc. en chlorures, avec séparation d'oxyde de zinc.

V. — Perchlorates.

Chlorure de baryum ou *azotate d'argent.* — Rien.
Ac. chlorhydrique. — Rien.
Ac. sulfurique. — L'ac. conc. décompose difficilement, même à chaud.
Indigo. — N'est pas décoloré. même après add. de sulfite sodique.
Sels de potassium. — Si liq. conc., dép. crist. de perchlorate potassique.
Couple Zn-Cu de Gladstone et Tribe. — Action sur perchl. alcalins nulle (diff. avec chlorates).

CHROME.

I. — Sels chromiques.

(Verts ou violets.)

Ac. sulfhydrique. — Rien.
Sulfhydrate d'ammonium. — Pr. vert-gris ou bleu-gris d'hydrate.
Potasse. — Pr. vert-bleu d'hydrate, sol. exc. R. en vert-émeraude. Cette solut. précipite en vert par l'ébullition ou par add. d'un sel ammoniacal.
Ammoniaque. — Pr. vert-gris ou bleu-gris d'hydrate presque insol. exc. R.
Carbonate de potassium ou *d'ammonium.* — Pr. vert clair d'hydrate, sol. grand exc. R.; la solut. vert-bleuâtre ne précipite pas par ébullition.
Carbonate de baryum. — Précipitation compl., mais lente à froid.
Phosphate de sodium. — Pr. vert ou bleu-violet.
Ac. oxalique. — Rien.
Ferrocya. — Rien.
Peroxyde de plomb. — Chauffé avec sol. alc. d'hydrate de chrome, donne liq. jaune contenant du chromate de plomb; ac. acétique y produit pr. jaune.

II. — Chromates.

Ac. sulfhydrique. — Si liq. ac., pr. de soufre et réduction à l'état de sel chromique.
Sulfhydrate d'ammonium. — Pr. vert-gris-bleuâtre, vert à chaud, d'hydrate chromique.
Ac. chlorhydrique. — A chaud dégagement de chlore; la liq. avant de devenir verte, passe par rouge, orangé et brun.
Ac. sulfureux. — Colore en vert.
Alcool. — Si liq. ac., par chal. odeur d'aldéhyde et col. verte.
Chlorure de baryum. — Pr. blanc-jaunâtre, sol. HCl,$HAzO^3$.
Acétate de plomb. — Pr. jaune, sol. KHO, insol. ac. acétique.
Azotate d'argent. — Pr. rouge-pourpre; si liq. tr. ét., rien.
Azotate mercureux. — Pr. rouge-brique.
Eau oxygénée. — Col. bleu foncé, très fugace, puis dégagement d'oxygène et pr. vert sale ou brun d'hydrate de chrome. Ether, agité avec liq., dissout la matière bleue et la rend beaucoup plus stable.

COBALT.

Ac. sulfhydrique. — Rien; si l'ac. est très faible, louche noirâtre.
Sulfhydrate d'ammonium. — Pr. noir, insol. exc. R. très difficilement sol. HCl.
Potasse. — Pr. bleu, devenant vert sale à l'air; avec temps ou par chal. passe au rouge pâle. Insol. exc. R.
Ammoniaque. — Même pr. bleu que la potasse; sol. en un liq. brun-rougeâtre grand exc. R. Si liq. contient sels ammoniacaux, pas de pr.

Carbonate de potassium. — Pr. couleur fleur de pêcher, devenant violet par chal.

Carbonate d'ammonium. — Pr. couleur fleur de pêcher, sol. exc. R.

Carbonate de baryum. — Ne précipite pas, excepté le sulfate.

Ferrocya.— Pr. vert, insol. HCl.

Ferricya. — Pr. rouge-brun, insol. HCl.

Azotite de potassium. — Si liq. fortement acidulée d'ac. acétique, pr. jaune crist.

Hypochlorite ou *hypobromite de soude.* — A chaud pr. noir sol. cyanure potassique.

Ac. chlorydrique et *sol. de nitroso-β-naphtol dans ac. acétique.* — Pr. rouge-pourpre par chal. avec sulfate ou chlorure de Cobalt.

CUIVRE.

I. — Sels cuivreux.

Ac. sulfhydrique. — Pr. noir, presque insol. AmHS.

Sulfhydrate d'ammonium. — De même.

Potasse. — En petite q. pr. blanc de sel cuivreux qui n'était soluble que d. exc. d'ac.; si l'on ajoute une plus grande q. de potasse, pr. jaune-brunâtre d'hydrate insol. exc. R.

Ammoniaque. — A l'abri de l'air, liq. incolore, bleuissant à l'air.

Carbonate de potassium. — Pr. jaune d'hydrate cuivreux.

Iodure de potassium. — Pr. blanc d'iodure cuivreux.

II. — Sels cuivriques.

Ac. sulfhydrique. — Pr. noir. un peu sol. AmHS; sol. cyanure potassique, insol. sulfure sodique.

Sulfhydrate d'ammonium. — De même.

Potasse. — Pr. bleu vol. d'hydrate, presque insol. exc. R.; devient noir par chal. (oxyde).

Ammoniaque. — Pr. verdâtre de sel basique, très sol. en bleu céleste, exc. R.

Carbonate de potassium. — Pr. bleu-vert de carbonate basique, sol. AzH^3.

Carbonate d'ammonium. — Pr. verdâtre, sol. en bleu céleste exc. R.

Carbonate de baryum. — Précipite presque compl. à froid.

Ferricya. — Pr. jaune-verdâtre, insol. HCl.

Sulfocya. — Si liq. conc., pr. noir; si liq. ét., rien; l'add. d'ac. sulfureux fait apparaître un pr. blanc de sulfocyanate cuivreux.

Ferrocya. — Pr. rouge-brun, insol. HCl; si liq. très ét. col. rouge

Zinc métallique. — Dép. brun foncé de cuivre métallique.

Lame de fer. — Dép. rouge de cuivre métallique.

ÉTAIN.

I. — Sels stanneux

Ac. sulfhydrique. — Pr. brun foncé, insol. AmHS pur; sol. d. le R. contenant un exc. de soufre. Les ac. pr. de la solut. du sulfure stannique jaune.

Sulfhydrate d'ammonium. — Pr. brun foncé, sol. exc. R. impur.

Potasse. — Pr. blanc d'hydrate. sol. exc. R.; si liq. conc. et chaude. potasse en précipite de l'oxyde stanneux noir.

Ammoniaque. — Pr. blanc d'hydrate, insol. exc. R.; par ébull. se transforme en oxyde stanneux brun-olive.

Carbonate de potassium ou *d'ammonium.* — Dégagement de CO^2 et pr. blanc d'hydrate insol. exc. R.

Carbonate de baryum. — Pr. compl. même à froid.

Ac. oxalique. — Pr. blanc d'oxalate.

Ferrocya. — Pr. gél. blanc.

Ferricya. — Pr. blanc. sol. HCl.

Chlorure mercurique. — Pr. blanc de chlorure mercureux; si sel stanneux en excès, avec temps ou par chal. le pr. devient gris (mercure métallique).

Chlorure d'or. — Si liq., add. de qqs gouttes d'ac. azotique, pr. rouge ou brun de pourpre de Cassius.

Iodure de potassium. — Pr. blanc-jaunâtre.

Eau oxygénée. — Pr. d'hydrate stannique, si liq. neutral. par KHO.

Zinc métallique. — Dép. spongieux d'étain métallique.

II. — Sels stanniques.

Ac. sulfhydrique. — Pr. jaune de sulfure stannique sol. AmHS ou KHO, difficilement Am.

Sulfhydrate d'ammonium. — Même pr. jaune, sol. exc. R.

Potasse. — Pr. blanc d'hydrate, sol. ac. ou exc. R. (*stannate*), mais qui peut reparaître si l'on ajoute KHO très conc., dans laquelle le stannate est peu soluble.

Ammoniaque. — Pr. blanc d'hydrate, peu sol. exc. R.

Carbonates alcalins. — Dégagement de CO^2 et pr. blanc d'hydrate, peu sol. exc. R.

Ferrocya. — Pr. blanc gél.

Ferricya. — Rien.

Chlorure mercurique, chlorure d'or ou *iodure de potassium.* — Rien.

Sulfite de soude. — Pr. d'hydr. stannique si liq. faibl. acid.; chal. favorise réact.

Nitrate d'ammoniaque. — Comme sulfite de soude.

Zinc métallique. — Si sol. ne contient pas exc. d'ac., dép. d'étain spongieux et d'hydrate stannique.

FER.

I. — Sels ferreux.

Ac. sulfhydrique. — Rien; si l'ac. est très faible, col. noire.

Sulfhydrate d'ammoniaque. — Pr. noir de sulfure, insol. exc. R., très sol. HCl. Si liq. très ét., col. verte et pr. noir avec temps.

Potasse. — Pr. blanc d'hydrate, s'oxydant facilement et devenant vert, puis brun; insol. KHO, sol. incompl. Am.

Ammoniaque. — Même pr., sol. incompl. exc. R., plus sol. en présence de sels ammoniacaux.

Carbonates alcalins. — Pr blanc de carbonate, verdissant à l'air, plus lentement que l'hydrate.

Carbonate de baryum. — A froid, rien; à l'exception du sulfate; à chaud, pr. complète.

Ac. oxalique. — Pr. jaune d'oxalate se formant lentement.

Ferrocya. — Pr. blanc, insol. HCl, bleuissant avec temps à l'air, instantanément par add. AzO^3H ou eau de Cl.

Ferricya. — Pr. bleu foncé, insol. HCl (bleu de Turnbull).

Sulfocya. — Rien.

Succinate ammonique. — Rien.

Tannin. — Rien.

Chlorure d'or. — Dép. brun d'or métallique.

Permanganate de potassium. — Est décoloré instantanément.

II. — Sels ferriques.

Ac. sulfhydrique. — Pr. de soufre et réduction à l'état de sel ferreux.

Sulfhydrate d'ammonium. — Pr. noir de sulfure ferreux mêlé de soufre libre.

Potasse ou *ammoniaque.* — Pr. rouge-brun vol. d'hydrate, insol. exc. R.

Carbonate de potassium ou *d'ammonium.* — Pr. rouge-brun d'hydrate.

Carbonate de baryum. — Pr. compl. à froid.

Ac. oxalique. — Col. jaunâtre.

Ferrocya. — Pr. bleu foncé de bleu de Prusse, insol. HCl.

Ferricya. — Col. brun-rouge.

Sulfocya. — Col. rouge sang.

Succinate ou *benzoate d'ammonium.* — Pr. brun, très sol. ac.

Tannin. — Pr. noir-bleuâtre (encre).

Chlorure d'or. — Rien.

Permanganate de potassium. — Rien.

FLUOR.

Fluorures.

Ac. sulfurique. — L'ac. conc. dégage par chal. un gaz fumant à l'air et corrodant le verre.

Chlorure de baryum. — Pr. blanc vol. de fluorure, sol. d. grande quantité HCl. Am. ne le précipite que très lentement de la solution.

Chlorure de calcium. — Pr. gél. transparent, difficile à apercevoir. Am. ou chal. détermine la séparation du pr.

Azotate d'argent. — Rien.

IODE.

I. — Iodures.

Ac. sulfurique conc. — Form. d'iode libre.

Ac. azotique. — Si ac. contient vap. nitreuses ou si l'on chauffe, form. d'iode libre, qui suivant la concentration de la liq. se sépare ou reste en dissolution en colorant en brun ou en jaune. Si liq. est agitée avec un peu de chloroforme ou de sulfure de carbone, ceux-ci se colorent en rouge violet, tandis que liq. devient incolore. Sol. d'amidon produit dans la liq. une col. bleu intense (réaction extrêmement sensible).

Eau de chlore. — Form. d'iode libre, reconnaissable comme on vient de le dire. Eviter d'employer exc. R., qui donnerait du chlorure d'iode.

Chlorure de baryum. — Rien.

Acétate de plomb. — Pr. jaune, très peu sol. à froid.

Azotate d'argent. — Pr. jaunâtre, insol. AzO^3H, très peu sol. Am; noircit à la lumière.

Azotate palladeux. — Pr. brun-noir, à peine sol. HCl ou AzO^3H. Le chlorure palladeux produit le même pr.

Sulfate de cuivre. — Pr. blanc d'iodure cuivreux et col. de la liq. en brun (iode libre).

Perchlorure de fer. — Form. d'iode libre.

II. — Iodates.

Ac. sulfurique ou *azotique.* — Rien.

Ac. chlorhydrique. — Par chal. dégagement de chlore.

Chlorure de baryum. — Pr. blanc, sol. AzO^3H.

Azotate d'argent. — Pr. blanc crist., sol. Am. très peu sol. AzO^3H.

Ac. sulfhydrique. — Dans liq. acidulée par SO^4H^2 form. de soufre et d'iode libre (reconnaissable par amidon). Un exc. R. décolore de nouveau la liq., qui contient alors de l'ac. iodhydrique.

Ac. sulfureux. — Agit de même, mais ne donne pas de soufre libre.

LITHIUM.

Ac. sulfhydrique, sulfhydrate d'ammonium, potasse, ammoniaque. — Rien.

Carbonates alcalins. — Si liq. conc., pr. cristallin blanc de carbonate, sol. d. grande q. d'eau.

Phosphate de sodium. — Pr. blanc de phosphate, à froid lent à se former, à chaud rapide. Si liq. très ét., rien. Le pr. est sol. HCl et Am. ne le reprécipite pas à froid.

Ac. tartrique. — Rien.

Ac. hydrofluosilicique. — Pr. blanc

Ac. perchlorique. — Rien ou trouble si liq. conc.

Fluorure d'ammonium et *Am. en excès*. Pr. blanc gélatineux de LiFl, si liq. pas trop ét.

Chlorure de platine. — Rien.

Sulfate d'aluminium. — Rien.

MAGNÉSIUM.

Ac. sulfhydrique et *sulfhydrate d'ammonium.* — Rien.

Potasse. — Pr. vol. blanc d'hydrate, insol. exc. R., sol. dans sel ammoniac.

Ammoniaque. — Pr. vol. blanc d'hydrate; la précipitation est incompl.; si liq. contient ac. libre ou sels ammoniacaux en q. suf., pas de pr.

Carbonate de potassium. — Pr. vol. de carbonate basique, sol. d. sel ammoniac. Si liq. ac. ou ét., rien à froid, mais pr. par chal.

Carbonate d'ammonium. — Rien; si liq. neut., par le temps dép. crist. blanc de carbonate magnésien ou de carbonate ammoniaco-magnésien.

Carbonate de baryum. — Rien.

Oxalate d'ammonium. — Rien; si liq. neut. et très conc.; avec temps, pr. crist. blanc.

Phosphate de sodium. — Pr. blanc de phosphate; si liq. ét., rien, mais pr. par chal. Les sol. renfermant un sel magnésien, un sel ammoniacal et Am. libre donnent avec le phosphate sodique un pr. crist. de phosphate ammoniaco-magnésien très peu sol. d. l'eau ammoniacale. Si liq. très ét., pr. se forme avec temps ou par frottement.

Ferrocyanure de potassium. — Si liq. conc., pr. blanc.

Ac. sulfurique, ac. hydrofluosilicique, chromate de potassium. — Rien.

MANGANÈSE.

I. — Sels manganeux.

Ac. sulfhydrique. — Rien.

Sulfhydrate d'ammonium. — Pr. de sulfure couleur de chair, devenant brun à l'air, insol. exc. R., très sol. d. ac., même d. ac. acétique.

Potasse. — Pr. blanc d'hydrate, devenant rap. brun à l'air, insol. exc. R.; précipite incompl. en présence de sels ammoniacaux.

Ammoniaque. — Pr. blanc d'hydrate; précipitation incompl. ou nulle en présence d'un grand exc. de sels ammoniacaux.

Carbonates alcalins. — Pr. blanc de carbonate, devenant brun à l'air, moins rap. que l'hydrate; peu sol. d. sel ammoniac.

Carbonate de baryum. — A froid, rien (excepté d. sulfate); à chaud, précipitation.

Ac. oxalique. — Si liq. conc. avec temps pr. blanc crist.

Ferrocya. — Pr. blanc-rose; sol. HCl.

Ferricya. — Pr. brun, insol. HCl.

Peroxyde de plomb. — Ac. azotique et peroxyde de plomb donnent à chaud col. rouge-pourpre (ac. permanganique). La liq. ne doit pas contenir de chlore.

II. — Sels manganiques.

Ac. sulfhydrique. — Pr. de soufre et réduction à l'état de sel manganeux.

Ac. chlorhydrique. — Dégage du chlore par chal.

Sulfhydrate d'ammonium. — Pr. couleur de chair de sulfure manganeux.

Potasse ou *ammoniaque.* — Pr. vol. brun foncé d'hydrate; insol. exc. R.

Carbonates alcalins. — Pr. brun d'hydrate.

Carbonate de baryum. — Pr. compl. à froid.

Ferrocya. — Pr. gris-verdâtre.

Ferricya. — Pr. brun.

III. — Manganates.

Acides. — Colorent en rouge et transforment les sels en permanganates.

Ac. sulfhydrique ou *sulfhydrate d'ammonium.* — Pr. de sulfure manganeux, mêlé de soufre.

Potasse ou *carbonate de potassium.* — Rien.

Ac. chlorhydrique. — Colore en rouge; par chal., dégagement de chlore et la liq. passe au brun, puis au rose (chlorure manganeux).

Ac. sulfureux ou *sulfite alcalin.* — Décol. instantanée.

IV. — Permanganates.

Ac. sulfhydrique ou *sulfhydrate d'ammonium.* — Pr. de sulfure manganeux, mêlé de soufre.

Potasse. — Fait passer la couleur rouge au vert; chal. favorise la réaction.

Ammoniaque. — Pr. en brun et décolore.

Ac. azotique ou *sulfurique.* — Rien; si liq. conc. et qu'on chauffe, dégagement d'oxygène.

Ac. chlorhydrique. — La couleur rouge persiste longtemps à froid si liq. ét.; par chal., dégagement de chlore et formation de chl. manganeux.

Ac. sulfureux ou *sulfite alcalin.* — Si liq. ac., décol. instant.; si liq. neut., décol. et pr. brun.

MERCURE.

I. — Sels mercureux.

Ac. chlorhydrique ou *chlorures.* — Pr. blanc de chlorure, insol. ac. ét.; Am. le colore en noir.

Ac. sulfhydrique. — Pr. noir, insol. AmHS.

Sulfhydrate d'ammonium. — De même.

Potasse, *ammoniaque* ou *carbonate d'ammoniaque.* — Pr. noir ou gris-noirâtre.

Carbonate de potassium. — Pr. blanc sale, noircissant par chal.

Carbonate de baryum. — Précipitation compl. à froid.

Phosphate de sodium. — Pr. blanc, insol. exc. R., devenant gris par chal.

Ferrocya. — Pr. blanc gél.

Ferricya. — Pr. rouge-brun, devenant blanc.

Iodure de potassium. — Pr. jaune-vert d'iodure mercureux, que exc. R. dédouble en mercure

métallique pulv. et en iodure mercurique qui se dissout.

Chlorure stanneux. — Pr. blanc, devenant bientôt gris (mercure métallique).

Cuivre. — Se recouvre d'une couche grise de mercure, devenant brillante par frottement.

II. — Sels mercuriques.

Eau. — Dédouble un grand nombre de sels mercuriques en sels acides solubles et en sels basiques jaunes ou insolubles.

Ac. chlorhydrique ou *chlorures.* — Rien.

Ac. sulfhydrique. — En petite q., pr. blanc (comb. de sulfure et du sel non décomposé); devenant noir par exc. R.; presque insol. AmHS; insol. AzO^3H, même bouillant; sol. d. eau régale.

Sulfhydrate d'ammonium. — De même.

Potasse. — En pet. q. pr. rouge-brun; en exc., pr. jaune d'oxyde.

Ammoniaque ou *carbonate ammonique.* — Pr. blanc, sol. grand exc. R.

Carbonate de potassium. — Pr. rouge-brun.

Carbonate de baryum. — Précipitation compl. à froid.

Phosphate de sodium. — D. le bichlorure, rien, ou avec temps pr. rouge; d. le nitrate, pr. blanc de phosphate.

Ferrocya. — Si liq. pas trop ét., pr. blanc, devenant bleu par suite de la form. de bleu de Prusse et de cyanure de mercure.

Chlorure stanneux. — Pr. blanc de calomel; gris par exc. R.

Iodure de potassium. — Pr. rouge, sol. exc. liq. et exc. R.

Cuivre. — Dép. gris de mercure

MOLYBDÈNE.

Molybdates.

Ac. chlorhydrique ou *nitrique.* — Pr. blanc, sol. exc. R. et d. beaucoup d'eau.

Ac. sulfhydrique. — Si liq. ac., d'abord col. bleue, puis brune, et enfin pr. brun, sol. AmHS; chal. favorise la précipitation.

Sulfhydrate d'ammonium. — Si liq. ammoniacale, R. en petite q. donne par chal. pr. brun, et liq. se col. en rouge foncé; cette liq. possède un grand pouvoir colorant. Exc. R. détruit col. et dissout pr.

Chlorure de calcium. — Pr. blanc, sol. ac.

Nitrate d'argent. — Pr. blanc, sol. AzO^3H et Am.

Phosphates. — Liq. additionné exc. AzO^3H, puis d'une très petite q. de phosphate, donne avec temps ou par chal., pr. jaune crist., sol. Am.

Chlorure stanneux. — Pr. vert-bleuâtre, sol. en vert.

Sulfate ferreux. — Si liq. ac., col. bleue; exc. R. fournit pr. brun et liq. brune.

Zinc ou *étain.* — En présence de HCl col. bleue, puis verte et à la fin brune.

NICKEL.

Ac. sulfhydrique. — Rien, ou si ac. très faible, louche noirâtre.

Sulfhydrate d'ammonium. — Pr. noir, insol. exc. R., très difficilement sol. HCl.

Potasse. — Pr. vert clair d'hydrate, insol. exc. R. et inaltérable par chal.

Ammoniaque. — En petite q., trouble verdâtre, sol. en bleu exc.

R. ; potasse précipite l'hydrate de cette solut.

Carbonate de potassium. — Pr. vert-pomme de carbonate basique.

Carbonate d'ammonium. — Pr. vert-pomme, sol. exc. R. en bleu verdâtre.

Carbonate de baryum. — Ne précipite pas, excepté le sulfate.

Ferrocya. — Pr. blanc-verdâtre, insol. HCl.

Ferricya. — Pr. jaune-brunâtre. insol. HCl.

Azotite de potassium. — Ne précipite pas.

OR.

Sels auriques.

Ac. sulfhydrique. — Pr. noir-brun, insol. HCl, AzO^3H, sol. eau régale et AmSH jaune.

Sulfhydrate d'ammonium. — Pr. noir-brun, sol. exc. R.

Potasse. — En petite q., pr. jaune-rouge, très sol. exc. R.

Ammoniaque. — En liq. conc., Pr. jaune-rougeâtre d'or fulminant, insol. exc. R.

Carbonate de potassium. — A froid, rien ; à chaud, pr. brun d'hydrate.

Carbonate d'ammonium. — Dégagement de gaz carbonique et pr. d'or fulminant.

Ac. oxalique. — A froid, lent., à chaud, rap. dégagement de CO^2, col. verte et à la fin dép. d'or métallique.

Ferrocya. — Col. ou pr. vert-émeraude.

Ferricya. — Rien.

Sulfate ferreux. — Dép. brun d'or métallique.

Chlorure stanneux, avec qqs gouttes eau de Cl. — Pr. rouge-pourpre ou rouge-brun de pourpre de Cassius.

Iodure de potassium. — Pr. vert-jaunâtre d'iodure aureux, et form. d'iode libre qui colore la liq.

Zinc métallique. — Dép. vol. d'or métallique.

PHOSPHORE.

I. — Hypophosphites.

Chlorure de baryum, chlorure de calcium, acétate de plomb. — Rien.

Azotate d'argent. — Pr. blanc d'hypophosphite, noircissant rap. (argent métallique).

Chlorure mercurique. — Si R. en exc., pr. blanc de chlorure mercureux ; si liq. en exc., dép. gris de mercure métallique.

Sulfate de cuivre. — L'ac. libre, chauffé vers 60° avec le R., donne pr. rouge d'hydrure de cuivre, sol. HCl avec dégagement d'hydrogène ; si l'on chauffe trop fort, dép. de cuivre métallique.

Ac. sulfurique. — A chaud, dégagement de gaz sulfureux et pr. de soufre.

Zinc et *ac. sulfurique.* — Dégagement d'hydrogène phosphoré.

II. — Phosphites.

Chlorure de baryum, chlorure de calcium. — Pr. blanc, sol. ac. acétique ; si liq. très ét., rien.

Acétate de plomb. — Pr. blanc, insol. ac. acétique.

Azotate d'argent ammoniacal. — A froid, lent., à chaud, rap. ép. d'argent métallique.

Chlorure mercurique. — Ac. ;
osphoreux produit à froid, lent.
u chaud, rap. pr. blanc de chlore mercureux.

Sulfate de cuivre. Rien.

Zinc et *ac. sulfurique*. — Dégagement d'hydrogène phosphoré.

III. — Phosphates ordinaires.

L' *acide phosphorique libre* ne coagule pas l'albumine et ne précipite pas les sels de baryum ou d'argent.

Chlorure de baryum. — Pr. blanc de phosphate, sol. HCl et ac. acétique, presque insol. sel ammoniac.

Chlorure de calcium. — Pr. blanc, sol. HCl et ac. acétique, assez sol. sel ammoniac.

Sulfate de magnésium, add. de sel ammoniac et d'Am. — Pr. blanc crist. de phosphate ammoniaco-magnésien, sol ac., insol. Am. Si liq. très ét., pr. se forme avec temps ou par frottement.

Acétate de plomb. — Pr. blanc vol. insol. ac. acétique, sol. AzO^3H.

Nitrate d'argent. — Pr. jaune clair, sol. AzO^3H ou Am. Si liq. neut., elle prend une réaction acide.

Perchlorure de fer. — Pr. gél. blanc-jaunâtre, sol. HCl, insol. ac. acétique.

Molybdate d'ammonium, add. d'un exc. AzO^3H. — A froid avec temps, à chaud rap. pr. jaune crist., très sol. Am.

Acétate d'urane. — Pr. jaune, insol. ac. acétique, sol. ac. minéraux.

Chlorure lutéocobaltique. — Rien.

IV. — Pyrophosphates.

L'*acide pyrophosphorique libre* ne coagule pas l'albumine et ne précipite pas les sels de baryum ou d'argent en solut. ét.

Chlorure de baryum. — Pr. blanc, sol. HCl.

Sulfate de magnésium. — Pr. blanc, sol. exc. R. Am. ne le précipite pas de cette solut.

Nitrate d'argent — Pr. blanc, sol. AzO^3H ou Am.

Molybdate d'ammonium, add. d'un exc. AzO^3H. — A froid, pas de précipité ; à l'ébullition, pr. jaune après qq. temps.

Chlorure lutéocobaltique. — Pr. de paillettes brillantes jaune-rougeâtre pâle.

V. — Métaphosphates.

L'*acide métaphosphorique libre* coagule l'albumine et précipite en blanc les sels de baryum et d'argent.

Sulfate de magnésium. — Rien; mais si add. d'Am., pr. sol. dans grand excès AzH^4Cl.

Nitrate d'argent. — Pr. blanc, sol. AzO^3H ou Am.

Chlorure lutéocobaltique. — Rien.

PLATINE.

Sels platiniques.

Acide oxalique ou *Ac. sulfureux*. — Rien.

Ac. sulfhydrique. — Col. brune, puis pr. brun-noir, insol. HCl., AzO^3H, sol. eau régale et AmS jaune, en excès.

Sulfhydrate d'ammonium. — Pr. brun-noir.

Potasse ou *ammoniaque*. — Si liq. renferme chlorure, pr. jaune, sol. à chaud exc. R. Si liq. contient un oxysel, pr. jaune-brun, insol. exc. R.

Carbonate de potassium ou *d'ammonium*. — Dans liq. renferm. chlor. plat., pr. jaune insol. exc. R.

Carbonate de sodium. — A froid, rien ; à chaud, pr. brun.

Ferrocya. — Pr. jaune de chloroplatinate dans liq. renf. chlor. plat.

Chlorure de potassium ou *d'ammonium.* — Pr. crist. jaune : si liq. ét, pr. se forme avec temps ou par add. d'alcool.

Chlorure stanneux. — Col. rouge-brun (chlorure platineux).

Sulfate ferreux. — Rien ; par ébullition prolongée, dépôt de platine métallique.

Iodure de potassium. — Col. brun-rouge, puis pr. brun.

PLOMB.

Ac. chlorhydrique. — Pr. blanc crist., insol. Am et ne changeant pas de couleur, inaltérable à la lumière. Si liq. ét., rien.

Ac. sulfhydrique. — Pr. noir, insol. AmHS.

Sulfhydrate d'ammonium. — Pr. noir, insol. exc. R.

Potasse. — Pr. blanc d'hydrate, sol. exc. R.

Ammoniaque. — Pr. blanc d'hydrate, insol. exc. R.

Carbonate de potassium ou *d'ammonium.* — Pr. blanc de carbonate, à peine sol. exc. R.

Carbonate de baryum. — Rien à froid ; précipitation compl. par ébullition prolongée.

Ferrocya. — Pr. blanc.

Ferricya. — Rien.

Ac. sulfurique ou *sulfates.* — Pr. blanc de sulfate, presque insol. d. eau, sol. KHO ou tartrate ammonique ; noircit par AmHS.

Iodure de potassium. — Pr. jaune, sol. exc. R. ou KHO.

Chromate de potassium. — Pr. jaune, insol. AzO^3H ét., sol. KHO.

Zinc métallique. — Dép. gris-noirâtre de plomb métallique.

POTASSIUM.

Ac. sulfhydrique, sulfhydrate l'ammonium, potasse, ammoniaque, carbonates alcalins. — Rien.

Ac. tartrique. — Si liq. conc., pr. crist. de bitartrate ; sol. beaucoup d'eau, sol. KHO et ac. minéraux ; si liq. ét., rien.

Ac. hydrofluosilicique. — Pr. gél. opalin, à peine visible.

Ac. perchlorique. — Pr. crist. blanc de perchlorate insol. alcool ; si liq. ét., rien.

Chlorure platinique. — Pr. jaune de chloroplatinate, très peu sol. eau, insol. alcool éthéré.

Sulfate d'aluminium. — Dép. crist. d'alun, lent à se former ; si liq. ét., rien.

Ac. picrique. — Pr. jaune insol. alcool.

SILICIUM.

Silicates

Les silicates alcalins, auxquels on peut ramener tous les autres par fusion avec un carbonate alcalin, donnent par les acides un pr. gélatineux de silice hydratée, un peu sol. Si la sol. est évaporée à siccité, la silice n'est plus sol.

Cette silice, arrosée d'acide fluorhydrique aqueux, disparaît entièrement si l'on évapore.

SODIUM.

Ac. sulfhydrique, sulfhydrate d'ammonium, potasse, ammoniaque, carbonates alcalins. — Rien.

Ac. tartrique. — Rien.

Ac. hydrofluosilicique. — Pr. gél. ; si liq. ét., rien.

Ac. perchlorique. — Rien.

Chlorure platinique. — Rien.
Sulfate d'aluminium. — Rien.
Pyro-antimoniate acide de potassium. — Pr. blanc crist.; la liq. doit être neutre et ne contenir que des alcalis pour que l'essai soit concluant. Si liq. ét., rien.

SOUFRE.

I. — Sulfures.

Acides. — Les sulfures solubles, auxquels on peut ramener tous les autres (1), en les fondant avec la potasse, dégagent avec ac. de l'ac. sulfhydrique, reconnaissable à son odeur ou à la col. noire qu'il produit sur le papier imprégné d'acétate de plomb.
Acétate de plomb. — Pr. noir, insol. ac. ét., sol. HCl bouillant.
Azotate d'argent. — Pr. noir.
Nitroprussiate de sodium. — Col. violet-rouge intense; ac. sulfhydrique libre ne la produit qu'après add. d'une goutte de soude.
Lame d'argent. — Une goutte de la liq. déposée sur la lame produit une tache noire.

II. — Hydrosulfites.

Acides. — Col. jaune.
Sulfate de cuivre ammoniacal. — A froid, pr. jaune-rouge d'hydrure cuivreux, ou si R. en exc., mélange d'hydrure et de cuivre.
Azotate d'argent. — A froid, dép. gris-noirâtre d'argent métallique.
Indigo. — Est décoloré instantanément; la col. reparaît par agitation à l'air.
Air ou *oxygène.* — Les hydrosulfites absorbent énergiquement l'oxygène de l'air en se transformant en sulfites acides.

(1) Pour les caractères des sulfures, voyez les différents métaux.

III. — Hyposulfites.

Acides. — A froid, après qq. temps, rap. à chaud. dép. de soufre et odeur de gaz sulfureux.
Chlorure de baryum. — Pr. blanc. sol. d. beaucoup d'eau, décomposable par HCl.
Azotate d'argent. — Pr. blanc d'hyposulfite, très instable et devenant jaune, puis noir (sulfure d'argent). La liq. renferme alors un sulfate.
Perchlorure de fer. — Col. violet-rouge, disparaissant après qq. temps, la liq. devenant incolore.
Chlorure mercurique. — Pr. blanc, noircissant bientôt; si R. en exc., pr. reste blanc.
Permanganate de potassium, ac. chromique. — Sont réduits si liq. est acidulée.
Zinc et *ac. chlorhydrique.* — Dégagement d'ac. sulfhydrique.
Aluminium et *potasse.* — Transf. en sulfites.

IV. — Sulfites.

Acides. — Odeur de gaz sulfureux, sans dépôt de soufre.
Chlorure de baryum. — Pr. blanc, presque insol. eau, sol. HCl.
Chlorure mercurique. — Pr. blanc, ne noircissant pas.
Permanganate de potassium, ac. chromique. — Sont réduits.
Perchlorure de fer. — Pas de col., la liq. se décolore au bout de qq. temps.
Zinc et *ac. chlorhydrique.* — Dégagement d'ac. sulfhydrique.
Nitroprussiate de sodium. — Liq. neutralisée soit par ac. acétique soit par bicarbon. sodique, add. de très peu de nitroprussiate, puis d'une q. un peu plus grande de sulfate de zinc, donne pr. ou sol. rouge-pourpre (les hyposul-

fites ne montrent pas cette réaction).

V. — Sulfates.

Acides. — Rien.

Chlorure de baryum. — Pr. blanc pulv. lourd de sulfate, insol. HCl, AzO^3H.

Acétate de plomb. — Pr. blanc lourd. insol. AzO^3H ét.; sol. AzO^3H ou HCl conc. et bouillant; sol. tartrate ammonique.

Zinc et *ac. chlorhydrique.* — Rien.

Sucre de canne. — Est noirci à 100° par ac. sulfurique libre.

STRONTIUM.

Ac. sulfhydrique ou *sulfhydrate d'ammonium.* — Rien.

Potasse. — Si liq. conc., pr. blanc crist. d'hydrate; si liq. ét., rien.

Ammoniaque. — Rien.

Carbonate de potassium ou *d'ammonium.* — Pr. blanc de carbonate, insol. exc. R.

Oxalate d'ammonium. — Pr. blanc pulv., sol. HCl, assez sol. sels ammoniacaux, peu sol. ac. acétique ou oxalique.

Ac. sulfurique et *sulfates.* — Pr. blanc, un peu sol. eau, assez sol. HCl., compl. décomposé par ébullition avec carbonate alc. Le sulfate calcique ne précipite les sels de strontium qu'au bout de qq. temps.

Ac. hydrofluosilicique. — Rien.

Chromate de potassium. — Si liq. conc., au bout de qq. temps pr. jaune; si liq. ét., rien.

Bichromate de potassium. — Rien, même si liq. conc.

Succinate d'ammonium. — Pr. lent si liq. conc.; rien si liq. ét.

Ferrocya. — Si liq. conc., trouble; si liq. ét., rien.

Ferricya. — Rien.

THALLIUM.

I. — Sels thalleux.

Ac. chlorhydrique. — Si liq. pas trop ét., pr. blanc de chlorure, inaltérable à la lumière, insol. Am, peu sol. d. eau, moins encore HCl.

Ac. sulfhydrique. — Si ac. faible (ac. acétique), pr. compl. noir de sulfure ; si ac. fort, pr. très incompl.; si liq. acidulée AzO^3H, rien.

Sulfhydrate d'ammonium. — Pr. noir, insol. exc. R. et cyanure de potassium, sol. HCl ou AzO^3H.

Potasse, ammoniaque. — Rien.

Carbonates alcalins. — Si liq. très conc., pr. blanc de carbonate.

Ac. oxalique. — Rien.

Iodure de potassium. — Pr. jaune-citron, à peine sol. eau, peu sol. KHO, insol. R.

Chromate de potassium. — Pr. jaune, peu sol. ac. chauds.

Cyanure de potassium. — Rien.

Ferrocya. — Si liq. très conc., pr. sol. exc. R.; si liq. moyennement conc., rien.

Zinc métallique. — Dép. de lamelles brillantes de thallium.

II. — Sel thalliques.

Eau. — Dédouble les sels thalliques en hydrate thallique et ac. libres.

Ac. chlorhydrique. — Rien.

Ac. sulfhydrique — Dép. de soufre et réduction à l'état de sel thalleux.

Potasse. — Pr. brun gél. d'hydrate.

Ammoniaque. — Pr. brun gél. d'hydrate; la précipitation est incompl. à froid, compl. à chaud.

Carbonates alcalins. — Dégagement de CO^2 et pr. brun d'hydrate.
Ac. oxalique. — Pr. blanc d'oxalate.
Iodure de potassium. — Pr. noir, mélange d'iode et d'iodure thalleux.
Chromate de potassium. — Rien.
Ferrocya. — Pr. jaune, verdissant par chal.
Ferricya. — Pr. jaune-verdâtre.

TUNGSTÈNE.

Tungstates.

Ac. chlorhydrique ou *nitrique.* — Pr. blanc, insol. exc. R., sol. Am, devenant jaune par ébullition.
Ac. sulfhydrique. — Action presque nulle, même en liq. ac. La liq. se colore lent. en bleu.
Sulfhydrate d'ammonium. — Ne précipite pas les tungstates; l'add. d'ac. précipite sulfure brun clair, un peu sol. eau pure, insol. sol. salines.
Chlorure de calcium ou *de baryum.* — Pr. blanc.
Azotate d'argent. — Pr. blanc, sol. Am.
Chlorure stanneux. — Pr. jaune; si l'on ajoute HCl et qu'on chauffe, pr. devient d'un beau bleu.
Sulfate ferreux. — Pr. brun, que les ac. ne peuvent dans aucun cas faire virer au bleu.
Zinc. — Les tungstates add. de HCl ou mieux d'ac. phosphorique sont colorés en bleu par le zinc.

URANIUM.

Sels uraniques.

Ac. sulfhydrique. — Rien.
Sulfhydrate d'ammonium. — A froid, pr. brun de sulfure, sol. ac. même ac. acétique, ins. AmHS pur, sol. en brun d. le R. contenant exc. de soufre. A chaud, pr. noir, mélange de soufre et d'oxyde uraneux, insol. AmS jaune.
Potasse ou *ammoniaque.* — Pr. jaune, insol. exc. R.
Carbonate d'ammonium ou *bicarbonate de potassium.* — Pr. jaune, sol. exc. R.; KHO fait reparaître le pr.
Carbonate de baryum. — Précipitation compl. à froid.
Phosphate de sodium. — Pr. blanc-jaunâtre, sol. ac. minéraux, insol. ac. acétique.
Ferrocya. — Pr. ou col. rouge-brun foncé.
Ferricya. — Rien.
Eau oxygénée. — Préc. jaunâtre, sol. carbonate Am.

VANADIUM.

I. — Ac. vanadique en sol. acides.

Ac. sulfhydrique. — Pr. de soufre. Col. bleue.
Sulfhydrate d'ammonium. — Col. brune. Par l'add. de SO^4H^2, pr. brun, sol. en rouge brun dans exc. Am^2S.
Ferrocyanure. — Pr. vert.
Anhydr. sulfureux, réducteurs métalliques et autres. — Col. bleue.

II. — Vanadates.

Ac. sulfhydrique. — Pr. brun.
Chlorure de baryum. — Pr. jaune gél. sol. AzO^3H et par chal. devenant blanc et dense.
Chlorhydrate d'ammoniaque. — En cristaux ou en sol. saturée donne pr. blanc insol. Réact.
Eau oxygénée. — Col. rouge. Agitée avec éther, la liq. reste col. et l'éther incol.

Sels d'argent, de plomb. — Pr. jaune, devenant blanc à la longue.

Tannin. — Col. noire.

ZINC.

Ac. sulfhydrique. — Pr. blanc de sulfure, très sol. HCl, insol. AmHS; la précipitation est très incompl.; elle est empêchée par l'add. de HCl.

Sulfhydrate d'ammonium. — Pr. blanc de sulfure, très sol. HCl; insol. ac. acétique.

Potasse ou *ammoniaque.* — Pr. blanc gél. d'hydrate, très sol. exc. R. et sels ammoniacaux.

Carbonate de potassium. — Pr. blanc de carbonate basique, insol. exc. R.

Carbonate d'ammonium. — Pr. blanc, sol. exc. R.; la liq. ét. d'eau laisse déposer par l'ébullition du carbonate de zinc.

Carbonate de baryum. — A froid, rien, excepté dans le sulfate; à chaud, précipitation lente.

Phosphate de sodium. — Pr. blanc, sol. ac., KHO, Am; si liq. contient du sel ammoniac et de l'Am., R. ne précipite pas (le manganèse précipite dans ces conditions).

Ferrocya. — Pr. blanc gél., peu sol. HCl.

Ferricya. — Pr. jaune-rougeâtre, sol. HCl ou Am.

II. — SELS ORGANIQUES.

ACÉTATES.

Chlorure de calcium. — Rien, même après add. d'alcool.

Azotate d'argent. — Si liq. neut., pr. blanc, crist., sol. eau chaude, Am. ou AzO^3H.

Chlorure mercurique. — Rien. même à chaud.

Azotate mercureux. — Pr. blanc, sol. à chaud.

Perchlorure de fer. — Col. rouge foncé, passant au jaune par HCl; par ébullition, pr. brun d'hydrate ferrique et décoloration si liq. contient exc. d'acétate.

Ac. sulfurique. — A chaud, vap. d'ac. acétique; si l'on ajoute alcool, odeur d'éther acétique.

Ac. arsénieux. — Les acétates *secs*, chauffés avec de l'ac. arsénieux, développent l'odeur repoussante de l'oxyde de cacodyle.

BENZOATES.

Chlorure de calcium. — Rien, même après add. d'alcool.

Azotate d'argent. — Pr. blanc, sol. eau chaude, ac. et Am.

Acétate de plomb. — Pr. blanc, sol. ex. R. et ac. acétique; insol. Am.

Perchlorure de fer neutre. — Pr. vol. couleur de chair de benzoate ferrique; HCl en petite q. le dissout en laissant ac. benzoïque solide.

Acides. — Si liq. conc., pr. crist. blanc, sol. dans beaucoup d'eau chaude et cristallisant par refroidissement en lamelles brillantes. Si liq. ét., rien; mais si l'on agite sol. avec éther, celui-ci enlève ac. benzoïque et le laisse après distillation.

BUTYRATES.

Chlorure de calcium. — Rien. Le butyrate de calcium est peu soluble à l'ébull.

Chlorure ferrique. — Pas de pr.

Sulfate de cuivre. — Pr. vert-bleuâtre, sol. chal.

Nitrate d'argent. — Pr. blanc, sol. chal.

Acide sulfurique étendu. — A la distillation chasse l'ac. avec odeur de beurre rance.

Ac. sulfurique et *alcool.* — A la distillation, odeur d'ananas.

CARBONATES.

Chlorure de calcium. — Pr. blanc gél. devenant crist. après qq. temps; sol. ac. avec dégagement de CO^2.

Azotate d'argent. — Pr. blanc, sol. Am, et avec effervescence d. AzO^3H.

Perchlorure de fer — Pr. rouge-brun d'hydrate et dégagement de CO^2.

Acides. — Dégagement de CO^2; le gaz est inodore et trouble l'eau de chaux.

CITRATES.

Chlorure de calcium. — Pr. blanc, sol. liq., très peu sol. exc. R. Si liq. contient sel ammoniac, pas de pr.; mais par chal. il se forme un dép. blanc crist. de citrate tricalcique.

Azotate d'argent. — Pr. blanc floconneux, ne noircissant que très peu par l'ébullition, même après add. d'Am.

Acétate de plomb. — Pr. blanc, sol. Am.

Perchlorure de fer. — Col. brune.

Ac. sulfurique. — L'ac. conc. dégage des citrates solides un mélange de CO et CO^2, sans que la liq. noircisse; vers la fin la couleur de la liq. se fonce et il se dégage du gaz sulfureux. Si l'on ajoute peroxyde de manganèse, odeur d'acétone.

CYANURES.

Chlorure de calcium. — Rien.

Azotate d'argent. — Pr. blanc caillebotté, sol. exc. R., moins sol. Am, insol. AzO^3H ét. Ce pr. dégage au rouge du cyanogène brûlant avec flamme pourpre.

Sel ferroso-ferrique. — Si liq. neut., pr. vert sale (si liq. ac., on sursature par qqs gouttes de potasse), mélange de bleu de Prusse et d'oxyde ferroso-ferrique. On ajoute un peu HCl, qui dissout ce dernier et laisse bleu de Prusse.

Sulfure d'ammonium jaune. — Le mélange des deux solut. évaporé au bain-marie, de manière à chasser exc. de R., renferme du sulfocyanate, qu'on décèle par une goutte de chlorure ferrique (coloration rouge-sang).

Acides. — Développent l'odeur d'amandes amères, caractéristique de l'ac. cyanhydrique.

FERRICYANURES.

Chlorure de calcium. — Rien.

Azotate d'argent. — Pr. orange, très sol. Am, insol. AzO^3H.

Sulfate ferreux. — Pr. bleu, insol. HCl.

Chlorure ferrique.—Col. brune.

Sulfate de cuivre. — Pr. vert-jaunâtre; insol. HCl.

Ac. sulfurique. — Comme pour les ferrocyanures.

FERROCYANURES.

Chlorure de calcium. — Pr. en sol. très conc.; si liq. moyennement conc., rien.

Azotate d'argent. — Pr. blanc, insol. Am ou AzO^3H.

Sulfate ferreux. — Pr. blanc, bleuissant rap. à l'air, instantanément par chlore ou AzO^3H.

Chlorure ferrique. — Pr. de bleu de Prusse, insol. HCl, déc. par KHO bouillante.

Sulfate de cuivre. — Pr. rouge-brun, insol. HCl.

Ac. sulfurique. — Si l'ac. conc., par chal. dégagement de CO pur; si l'ac. ét., dégagement d'acide cyanhydrique.

FORMIATES.

Chlorure de calcium. — Rien.

Azotate d'argent.— Si liq. conc., pr. blanc crist. de formiate argentique, noircissant rap. et se transformant en argent métallique; si liq. ét., rien; mais après qq. temps dép. d'argent métallique. La réduction ne se produit pas en présence d'un exc. d'Am.

Chlorure mercurique. — A froid rien; vers 60-70°, pr. blanc de chlorure mercureux.

Perchlorure de fer. — Comme pour les acétates.

Ac. sulfurique. — A froid, odeur piquante de l'acide formique; à chaud, dégagement de CO pur, sans que le mélange noircisse. Si l'on ajoute alcool, vapeurs d'éther formique.

LACTIQUE (ACIDE).

Carbonate de zinc. — A l'ébull. donne lactate de zinc, peu sol. eau froide, crist. Ins. alcool.

Chlorure ferrique. — Pas de pr.

Chlorure de calcium. — Rien.

Sulfate de cuivre. — Col. bleue intense. — Les paralactates sont compl. pr.

MALATES.

Chlorure de calcium. — Rien; si liq. conc., pr. blanc par ébullition; si liq. ét., rien, mais alors l'add. de 2 vol. d'alcool provoquera la form. du pr. de malate calcique, très sol. HCl. Si cette sol. renferme très peu HCl, Am fait reparaître le pr. par l'ébullition; si sol. renferme exc. HCl, Am ne produit plus rien, même après ébullition prolongée.

Acétate de plomb. — Pr. blanc, sol. ac. ou Am, fusible dans l'eau bouillante.

Azotate d'argent. — Pr. blanc, devenant un peu gris par chal.; la réduction est très incompl., même après add. d'Am.

Chlorure ferrique. — Rien.

Ac. nitrique. — L'oxyde à chaud et le transforme en ac. oxalique.

Ac. sulfurique. — Chauffés avec l'ac. conc., les malates dégagent un mélange de CO^2 et CO, puis le liq. devient noir et dégage du gaz sulfureux.

OXALATES.

Chlorure de calcium. — Pr. blanc pulv. d'oxalate calcique, insol. ac. acétique, oxalique, et sels ammoniacaux; sol. HCl,AzO^3H.

Azotate d'argent. — Pr. blanc d'oxalate argentique, peu sol. AzO^3H ét.; sol. Am.

Chlorure ferreux. — Pr. blanc-jaune, sol. ac. oxalique.

Peroxyde de manganèse. — Si

liq. acidulée par SO^4H^2, à froid, dégagement vif de CO^2.

Chlorure d'or. — Dégagement de CO^2 et dép. d'or métallique; réaction lente à froid, rap. à chaud.

Ac. sulfurique. — A chaud, dégagement de CO^2 et CO, sans que le mélange noircisse.

SUCCINATES.

Chlorure de calcium. — Si liq. très conc., pr. blanc crist.; si liq. moyennement conc., rien, même par chaleur; l'add. de 2 vol. d'alcool provoque form. d'un pr. blanc de succinate calcique, sol. sel ammoniac.

Azotate d'argent. — Pr. blanc, peu sol. ac. acétique, sol. AzO^3H ou Am.

Chlorure ferrique. — Pr.. vol. rouge-brunâtre pâle, sol. ac. ét.

Acétate de plomb. — Pr. blanc amorphe, très sol. exc. R., liq. primitive ou ac. succinique; après qq. temps, ces sol. déposent du succinate de plomb crist. à peine sol.

Ac. azotique. — Ne l'altère pas, même à l'ébullition.

SULFOCARBONATES.

Solution ammoniacale d'oxyde de nickel. — Dans les sulfocarbonates normaux tr. ét. col. groseille; dans les sulfocarbonates sulfurés col. jaune.

SULFOCYANATES.

Chlorure de calcium. — Rien.

Azotate d'argent. — Pr. blanc, sol. exc. liq. primitive ou Am.

Chlorure ferrique. — Col. rouge de sang, stable en présence de HCl; la chal. la détruit, de même que AzO^3H, ac sulfureux, hyposulfites, etc.

Sulfate de cuivre et *ac. sulfureux.* — Pr. blanc de sulfocyanate cuivreux, insol. ac., sol. Am.

Acétate de plomb. — Après qq. temps, pr. crist.

Ac. chlorhydrique ou *sulfurique.* — Si liq. ét. et froide, rien; après qq. temps, col. jaune; et à la fin dép. jaune d'ac. persulfocyanique. A chaud. dégagement de CO^2, CS^2, H^2S ou CSO.

Ac. nitrique. — L'ac. ét. donne à chaud un dép. jaune de persulfocyanogène.

Ac. molybdique dissous dans HCl et *Zn.* — Col. rouge, que l'éther enlève à la liqueur.

TARTRATES

Chlorure de calcium. — Pr. blanc amorphe, sol. ac. et sel ammoniac. Cette dernière solut. laisse déposer au bout de qq. temps du tartrate de calcium cristallisé. Pr. sol. KHO; la solut. se trouble par chal. et s'éclaircit de nouveau par refroidissement. Le tartrate calcique chauffé doucement avec Am et un fragment d'azotate d'argent donne un miroir d'argent.

Azotate d'argent. — Pr. blanc, sol. AzO^3H ou Am; noircissant par l'ébullition.

Acétate de plomb. — Pr. blanc, sol. AzO^3H ou Am.

Chlorure ferrique. — Rien.

Acétate de potassium et *ac. acétique.* — Pr. crist. de bitartrate de potassium; si liq. ét., avec le temps; si liq. très ét., rien.

Ac. sulfurique. — A chaud, dégagement de CO^2, CO, et plus tard de SO^2, en même temps que le mélange noircit.

(165) *Table pour les essais au chalumeau* (Borax).

Essai au borax. Couleur de la perle.	Au feu d'oxydation		Au feu de réduction	
	A chaud.	A froid.	A chaud.	A froid.
Incolore.	Si, Al, Sn, Ba, Sr, Ca, Mg, Gl, Y, Zr, Th, La, Te, Ta, Nb, W, Mo, Ti; Zn, Cd, Pb, Bi, Sb, *seulement en p. q.* (1) *sinon jaunes.*	Si, Al. Sn; Ba, Sr, Ca, Mg, Gl, Y, Zr, Th, La, Te, Ta, Nb, Ti, W, Mo, Zn, Cd, *blanches et op. au fl.* Pb, Bi, Sb, Ag; Fe. *en p. q.*	Si, Al, Sn, Ba, Sr, Ca, Mg, Gl, Y, Zr, Th, La, Di, Mn; Nb, *seulement en p. q., sinon grises et op.* Ag, Zn, Cd, Pb, Ni, Bi, Sb, Te, *en soufflant longtemps; sinon grises et op.*	Si, Al, Sn, Di, Mn; Ba, Sr, Ca, Mg. Gl, Y, Zr, Th (*sat.*), La, Ce, Ta, *blanches et op. au fl.* Nb, *seulement en p. q.; sinon grise et op.;* Ag, Zn, Cd, Pb, Bi, Sb, Ni, Te, *en soufflant longt.; sinon grises et op.;* Fe, *en p. q.*
Grise et opaque.	»	»	Ag, Zn, Cd, Pb, Bi, Sb, Ni, Te, *surtout à fr. et en chauff. peu longt., sinon incolor.;* Nb. *en g. q.*	Ag, Zn, Cd, Pb, Bi, Sb, Ni, Te, *en chauffant peu longtemps; sinon incolores;* Nb, *en g. q.*
Jaune très-pâle.	Ag. *en p. q.*	Ag. *en g. q. op. au fl.*	»	»
Jaune pâle.	Ag, Cd, Zn, *g. q.*	»	»	»
Jaune.	Ti, W, Pb, Sb Mo, *en g. q.;* U, *en p. q.*	Va, Fe; Ce, *blanc op. au fl.;* U, *jaune op. au fl.*	Ti, *en p. q., sinon bleu viol.;* Mo, *en p. q.; en très-gr. q. brun;* W. Va.	Mo, *en g. q. op. et brune;* W, *en g. q. brune.*
Jaune-rougeâtre.	Cr, Fe, *en p. q.* Bi. *en g. q.* (*or^se*).	»	U.	»
Rouge.	Ce.	»	»	»
Rouge foncé.	Fe, *en g. q.*	Mn (*violacée*).	»	»
Rouge-brun.	Cr, U.	Ni.	Cu, *en souffl. peu longt.* (*tr.*)	Cu, *en souffl. peu longt.* (*tr.*)
Violette.	Mn, Ni, Di.	Di.	»	Ti. *op. au fl.*
Bleue.	Co.	Co; Cu (*verdât. pend. le refr.*)	Co.	Co; Cu, *presq inc. en s. longt.*
Verte.	Cu.	Cr (*jaunâtre pendant le refroid.*).	Fe. Cr, *brunât.;* Cu, *presq. inc. en souf. longt.*	Fe, U (*vert bout.*); Cr, Va (*vert-émer.*).

1. Abréviations employées dans ce tableau : *p. q.*, petite quantité; *g. q.*, grande quantité; *op.*, opaque; *fl.*, flamber; *tr.*, trouble.

(166) *Table pour les essais au chalumeau* (Sel de phosphore).

Essai au sel de phosphore. Couleur de la perle.	Au feu d'oxydation.		Au feu de réduction	
	A chaud.	A froid.	A chaud.	A froid.
Incolore, avec une portion non dissoute nageant à l'intérieur.	Si.	Si.	Si.	Si.
Incolore.	Al, Sn, Ba, Sr, Ca, Mg, Gl, Y, Zr, Th, La, Nb, Te, *en toute proportion;* Ta, Ti, W, Zn. Cd, Pb, Bi, Sb, *en p. q.; sinon plus ou moins jaunes.*	Al, Sn; Ba, Sr, Ca, Mg, Gl, Y, Zr, Th, La, Te, *op. au fl.;* Ce, Nb, Ta, Ti, W, Zn, Cd, Pb, Bi, Sb. Fe, *en p. q.*	Al, Sn, Ba, Sr, Ca, Mg, Gl, Y, Zr, Th, La, Ce. Di, Mn; Ta, Ag, Zn, Cd, Pb, Bi, Sb, Ni, Te, *feu très-soutenu; sinon grises et op.*	Al, Sn; Ba, Sr, Co, Mg, Gl, Y, Zr, Th (*saturée*), La, *op. au fl.;* Ce, Di, Mn, Ta; Ag, Zn, Cd, Pb, Bi, Sb, Ni, Te, *feu tr.-sout.; sinon gr. et op.* Fe, *en p. q.*
Grise et opaque.	»	»	Ag, Zn, Cd, Pb, Bi Sb, *surtout à froid;* Te, Ni.	Ag, Zn, Cd, Pb, Bi, Sb, Te, Ni.
Jaune pâle.	Sb; — Zn, *en g. q.*	Ag, Fe.	»	Fe.
Jaune.	Pb, *en très-g. q.;* Bi, Cd, Ta, Ti, W, *en g. q.;* Ag, Ce, Ni, U, Va; Cr, Fe, *en p. q.*	Fe, *en g. q.* Ni, *en p. q.* U (*verdâtre*). Va.	Ti.	Fe (*verdâtre*), *en g. q.*
Jaune-rougeâtre.	Cr, Fe, *en g. q.*	Ni, *en g. q.* (*orange*).	Fe, *en p. q.;* Va.	Fe, *pendant le refroid.*
Rouge.	»	»	Fe (*brun*).	»
Rouge foncé.	»	»	»	Cu, *op.*
Rouge-brun.	Ni; Fe, Cr, *en t.-g. q.*	»	Cr. Fe.	Cu, *op.*
Violette.	Mn, Di.	Mn, Di.	Nb, *en g. q.*	Nb, Ti.
Bleue.	Co.	Co; Cu (*verdât. pend. le refr.*).	Co, W; Nb, *en très g. q.*	Co, W; Nb, *en très-g. q.*
Verte.	Cu; Mo (*jaunâtre*).	Mo, U (*jaunâtre*) Cr (*vert-émeraude*).	U, Mo, Cu.	Cr, U, Mo, Va.

(167) *Recherche de l'acide borique.*

On approche de la base d'une flamme de Bunsen, ou mieux d'une flamme d'hydrogène, une boucle de fil de platine contenant une goutte d'acide sulfurique additionnée de la substance à examiner. La flamme *extérieure* se colore en vert et donne les bandes de Bo^2O^3 (**175**).

(168) *Recherche du cuivre.*

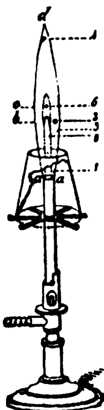
Le composé de cuivre est introduit dans la flamme extérieure de Bunsen à l'aide d'un fil de platine, et on volatilise au-dessous de l'essai une goutte d'acide chlorhydrique. Belle coloration bleue et spectre cannelé du chlorure (**175**).

(169) *Analyse pyrognostique.* (BUNSEN.)

Bunsen a montré que la flamme non éclairante du bec qui porte son nom pouvait servir à un genre d'analyse qui, par sa sensibilité et sa précision, peut être rapprochée de l'analyse spectrale. Le point original et nouveau qui distingue cette méthode de l'ancienne méthode du chalumeau, est la volatilisation de certains éléments et leur condensation sous forme d'enduits sur des surfaces froides, enduits que l'on peut caractériser au moyen de quelques réactions simples.

I. — NATURE DE LA FLAMME DU BEC BUNSEN.

Le bec employé dans ces essais doit être muni d'une cheminée et d'un réglage d'air; il est représenté par la figure ci-contre à 1/8 de sa grandeur naturelle; les chiffres indiquent les différentes zones de réaction de la flamme.



On distingue dans la flamme trois parties principales : 1° le centre obscur *aba*, contenant du gaz mêlé de 60 pour 100 environ d'air; 2° le manteau pâle *adac*; 3° la pointe *bc* légèrement éclairante, dont on peut augmenter à volonté l'éclat en diminuant l'accès de l'air par les ouvertures inférieures du bec. Dans ces trois parties principales on peut distinguer *six zones de réaction* :

1) *Base de la flamme.* Température la moins élevée de la flamme.

2) *Zone de fusion.* Située en (2), elle présente la température la plus élevée; sert à l'examen de la fusibilité, de la volatilité et du pouvoir émissif des substances.

3) *Zone inférieure d'oxydation.* Située en (3); utile surtout pour la suroxydation des oxydes dissous dans les flux.

4) *Zone supérieure d'oxydation.* Située en (4); sert à l'oxydation d'essais volumineux, au grillage des sulfures, etc.

5) *Zone inférieure de réduction.* Située en (5); contient un mélange d'air et de gaz non brûlé; certaines substances qui sont réduites en (6) restent ici inaltérées; de telles conditions ne peuvent être réalisées au moyen du chalumeau. Sert à la réduction sur le charbon ou dans les flux.

6) *Zone supérieure de réduction.* Située en (6); comme il a été dit, on peut l'augmenter ou la diminuer à volonté. Cette zone ne renferme pas d'oxygène libre, mais des particules de charbon; sert à la réduction des métaux que l'on veut recueillir sous forme d'enduits.

II. — MÉTHODES D'ESSAI DANS LES DIFFÉRENTES ZONES DE RÉACTION.

A. — Action d'une température élevée sur les substances.

Au moyen de la flamme du bec Bunsen, on peut atteindre des températures aussi élevées qu'avec le chalumeau, à la condition de diminuer considérablement la quantité de l'essai et, par suite, les dimensions des fils qui servent à le supporter. On emploie à cet effet des fils de platine extrêmement minces coupés en morceaux de 4 centimètres de long, recourbés en boucle à l'une de leurs extrémités et fixés par l'autre dans un tube de verre effilé; 10 centimètres de ce fil ne doivent peser au plus que 0gr,034. Les essais qui n'adhèrent pas au platine sont portés dans la flamme sur une baguette très fine en asbeste, fixée dans un tube de verre étiré. Ces petits tubes sont maintenus dans la flamme au moyen d'un support approprié. Enfin, les essais qui décrépitent sont réduits en poudre ténue au moyen d'un petit couteau à palette; on les enveloppe dans 1 centimètre carré de papier Berzélius humide qu'on brûle entre deux boucles de fil de platine; il reste ainsi une croûte cohérente qui peut être chauffée directement dans la flamme.

Lorsqu'on porte un essai à une haute température, il faut observer l'intensité ou la couleur de la lumière qu'il émet, sa fusibilité, sa volatilité et enfin la coloration qu'il communique à la flamme, caractères qui donnent tous des indications sur sa nature. La coloration de la flamme, qui présente un intérêt tout particulier, apparaît dans la région (4) si l'essai est porté en (6); la région (1) peut être utile pour réduire en vapeur la partie la plus volatile d'un mélange et produire ainsi une coloration de la flamme qui serait masquée par les autres sels si on introduisait le mélange dans une région plus chaude.

La *volatilité* des essais peut être appréciée avec une précision suffisante en portant dans la partie la plus chaude de la région de fusion qu'on a déterminée préalablement, un poids connu de matière, 1 centigramme par exemple, et en notant le moment de l'introduction et l'instant où la coloration de la flamme disparaît de nouveau. Bunsen rapporte la volatilité des essais à celle du chlorure de sodium prise comme unité; en désignant par t_0 et t_1 le temps qu'exigent pour se volatiliser une perle de chlorure de sodium de 1 centigramme et une perle de l'essai du même poids, on a par conséquent

$$v \text{ (volatilité)} = \frac{t_0}{t_1}.$$

Le tableau suivant donne en secondes le temps de volatilisation de 1 centigramme de matière, ainsi que la volatilité v :

Sels.	Temps de volatilisation.	Volatilité.	Sels.	Temps de volatilisation.	Volatilité.
NaCl	84,25	1,000	CsCl	31,3	2,717
LiCl	114,0	0,739	KI	29,8	2,828
KCl	65,4	1,288	Na^2SO^4	1267,0	0,066
NaBr	48,8	1,727	Li^2CO^3	736,5	0,114
KBr	41,0	2,055	K^2SO^4	665,2	0,127
RbCl	38,6	2,183	Na^2CO^3	632,0	0,133
NaI	35,7	2,360	K^2CO^3	272,0	0,310

Si l'on divise les valeurs de v des *sels haloïdes* par les poids moléculaires correspondants, on trouve très sensiblement le même chiffre (1.0169, en moyenne), ce qui montre que dans le même temps il se volatilise le même nombre de molécules des sels haloïdes.

B. — Réduction et oxydation des essais.

1° *Réduction dans le tube.* On emploie des tubes de 2 à 3 millimètres de diamètre et de 30 millimètres de longueur, à parois très minces; les réducteurs employés sont un mélange de carbonate de sodium sec et de noir de fumée préparé avec l'essence de térébenthine; un bout de fil de magnésium de 2 ou 3 millimètres de long et de 1 demi-millimètre de diamètre, ou un morceau de sodium gros comme une graine de moutarde.

2° *Réduction sur la baguette de charbon.* On prend un gros cristal de carbonate de sodium, on en chauffe un bout dans la flamme, et quand il fond dans son eau de cristallisation, on en frotte le bout d'une allumette mince, qu'on carbonise ensuite lentement dans la flamme; on obtient de cette manière une petite baguette de charbon enduite de carbonate de sodium et rendue ainsi difficilement combustible. D'autre part, l'essai est broyé avec une goutte de carbonate sodique fondu dans son eau; une petite boule de ce mélange de la grandeur d'un grain de millet est chauffée à l'extrémité de cette baguette, d'abord dans la région (5) de la flamme, puis portée au travers du cône central obscur dans la région (6), et enfin, après la réduction, qui s'accompagne d'un bouillonnement, soumise au refroidissement dans le cône obscur. Le produit broyé avec un peu d'eau et lévigé fournit des globules, des paillettes ou une poudre métallique.

3° *Enduits sur la porcelaine.* Les métaux réductibles par l'hydrogène ou le charbon et volatils peuvent être séparés de leurs combinaisons comme tels ou à l'état d'oxydes et condensés sous forme d'enduits sur une surface de porcelaine maintenue à une température relativement froide (capsule en porcelaine mince, vernie à l'extérieur, d'un diamètre de 10 à 12 centimètres, et remplie d'eau).

(*a*) *Enduits métalliques.* On introduit l'essai au bout d'une

baguette en asbeste dans la région (6), tandis que l'on place la capsule en porcelaine immédiatement au-dessus; les métaux réduits s'y condensent sous forme d'enduits noirs, mats ou miroitants. Au lieu de la porcelaine, on peut employer un grand tube à essai, rempli d'eau, dont le fond est fixé à la hauteur de la partie supérieure de la région (6); l'ébullition de l'eau est rendue régulière au moyen de quelques fragments de marbre. On peut ainsi recueillir, sous forme d'enduits, des quantités notables du métal réduit. La dissolution plus ou moins facile de l'enduit dans l'acide nitrique d'une densité de 1,15 permet de classer les métaux en trois groupes (voy. tab. **170**).

(*b*) *Enduits d'oxyde*. On opère comme en *a*, mais on place la capsule dans la région (4); il est bon de diminuer la flamme pour que les produits volatils ne se répandent pas sur une trop grande surface de la capsule. — α) La couleur de l'enduit peut donner des indications sur sa nature. — β) On examine s'il est réduit par une goutte de chlorure stanneux. — γ) Si l'on a ainsi un résultat négatif, on cherche à obtenir la réduction en ajoutant de la soude jusqu'à ce que l'oxyde stanneux précipité d'abord soit dissous. — δ) On humecte l'enduit avec une goutte de nitrate d'argent parfaitement neutre et on fait arriver sur la tache un courant d'air chargé d'ammoniaque (air barbotant dans de l'ammoniaque liquide); s'il se forme un précipité, on cherche à le dissoudre ou à le modifier par un excès d'ammoniaque.

(*c*) *Enduits d'iodure*. On place la capsule enduite d'oxyde sur un vase plat à large ouverture, contenant de l'iodure de phosphore tombé en déliquescence; les vapeurs d'acide iodhydrique qui s'en dégagent convertissent l'oxyde en iodure. — α) On cherche à faire disparaître l'enduit d'iodure, c'est-à-dire à le dissoudre en soufflant dessus; en chauffant très légèrement la capsule, on peut le faire reparaître. — β) On étudie l'action de l'air ammoniacal sur l'enduit.

(*d*) *Enduits de sulfure*. On dirige sur l'enduit d'iodure un courant d'air chargé de sulfure d'ammonium (air barbotant dans une solution de sulfure d'ammonium), et on chasse l'excès de réactif à l'aide d'une douce chaleur. — α) On cherche à le faire disparaître, c'est-à-dire à le dissoudre, en soufflant dessus. Les sulfures possèdent souvent la même coloration que les iodures, mais s'en distinguent par leur insolubilité dans la buée. — β) On examine si le sulfure d'ammonium dissout l'enduit.

C. — Attaque des essais non ou difficilement réductibles dans la flamme.

On fait cette attaque, comme d'habitude, par le carbonate de sodium, le nitre, le bisulfate de potassium. Le mélange est supporté par une petite spirale en fil de platine mince, et fondu dans l'espace (4).

III. — RÉACTIONS DES CORPS.

Abréviations employées dans les tableaux suivants :

Am^2S = sulfure d'ammonium; disp. au souf. = disparaît au souffle; disp. passag. = disparaît passagèrement; ne disp. pas = ne disparaît pas; g = goutte.

Voyez en outre les abréviations employées dans la table **170**, p. 181 et suiv.

(170) *Éléments réductibles sur la baguette de charbon, mais ne donnant pas d'enduits.*

		Aspect du metal.	Réactions.	Nature de l'élément.
I. Métaux se présentant sous forme de poudres ou de paillettes non fondues. On les met au contact de la pointe d'un couteau aimanté.	Métaux magnétiques. On transporte l'aigrette métallique sur une feuille de papier blanc.	Poudre noire non brillante.	Traité sur le papier par g. AzO^3H, se dissout et produit tache jaune, bleuissant par ferrocy. Tache jaune, traitée successivement par soude et brome en vapeur, puis de nouveau par soude, ne change pas. Perle de borax : jaune-rougeâtre en (4), vert-bouteille en (5) ou (6).	Fe.
		Paillettes blanches brillantes et ductiles.	Traité par g. AzO^3H, se dissout et produit tache verte sur papier, qui, par soude, brome et soude, passe au brun-noir. Perle de borax : violette en (4), grise et opaque en (5) ou (6).	Ni.
		Comme ci-dessus.	Traité par g. AzO^3H, se dissout et produit sur le papier tache rouge, qui, par soude, brome et soude, passe au brun-noir. Perle de borax : bleue en (4), (5) ou (6).	Co.
	Métaux non magnétiques. Ils peuvent être réduits sans l'emploi de la baguette de charbon, en calcinant l'essai avec du carbonate de sodium dans la zone (4).	Masse spongieuse grise, devenant blanche brillante et ductile sous le brunissoir.	Sol. AzO^3H chaud ; solut. ad. d'une g. de cyanure mercurique, puis de AzH^3, donne pr. blanc, sol. exc. R. Liq. add. d'eau régale et évaporée à une g., donne pr. crist. orangé sale. Sol. nitrique est colorée par chlorure stanneux, en bleu, vert ou brun, suivant q. R.	Pd.
		Comme ci-dessus.	Insol. HCl ou AzO^3H ; sol. eau régale. Solut. add. d'une g. de cyanure mercurique, puis de AzH^3, donne immédiatement pr. crist. jaune clair. Solut. d. eau régale est colorée en brun jaune par le chlorure stanneux.	Pt.
		Poudre grise terne, non ductile, ne changeant pas sous le brunissoir.	Insol. HCl, AzO^3H et eau régale, attaquable difficilement par fusion avec bisulfate de potassium ; la masse fondue se dissout dans l'eau avec un col. rose.	Rh.
		Comme ci-dessus.	Insol. HCl, AzO^3H et eau régale, inattaquable par bisulfate de potassium.	Ir.

	Aspect du métal.	Réactions.	Nature de l'élément
II. Métaux se présentant sous forme de globules métalliques.	Globule jaune, brillant, ductile.	Insol. HCl ou AzO^3H; sol. eau régale; solut. donne avec chlorure stanneux pr. brun de pourpre de Cassius, et avec sulfate ferreux pr. brun d'or, en même temps que la liq. prend une teinte bleue.	Au.
	Globule blanc, brillant, ductile.	Insol. HCl, sol. AzO^3H; solut. donne avec HCl pr. blanc, sol. AzH^3.	Ag.
	Globule rouge, pouvant être réduit en paillettes au mortier.	Sol. AzO^3H; solut. brunit par ferrocy. Perle de borax : bleu-verdâtre en (4), ne devenant rouge en (5) qu'après add. d'une trace d'acide stannique; par des oxydations et réductions successives, on obtient une perle transparente rouge rubis.	Cu.
	Globule blanc, brillant, ductile.	Difficilement sol. HCl; un papier Berzélius, imprégné de la solut. est coloré en rouge par ac. sélénieux, et en noir par ac. tellureux. Solut. add. d'une trace de nitrate de bismuth, puis de soude, donne pr. noir. Une perle de borax colorée très faiblement en bleu par CuO peut servir à la recherche de traces d'étain; on opère comme ci-dessus.	Sn.

(171) *Éléments ne donnant pas d'enduits, et difficilement ou non réductibles.*

On attaque par le carbonate de sodium en fusion avec addition de petites quantités de nitre.	Masse fondue blanche ou incolore.	On le dissout dans l'eau et l'on fait absorber la solution par des bandes étroites de papier Berzélius.	HCl ne change pas la couleur du papier, mais ferrocyanure produit ensuite col. rouge-brun. Chlorure stanneux en très petite q. colore le papier en bleu, à froid ou à une douce chal., exc. R. fait passer col. au jaune-brun. AmHS produit sur le papier une tache brune, persistante après add. de HCl, et entourée souvent d'une auréole bleue.	Mo
			HCl et ferrocy. ne produisent pas de col. Chlorure stanneux donne col. bleue. AmHS et HCl ne produisent rien.	Tu.
		Si les essais précédents n'ont pas donné de résultat, on arrose la masse fondue encore chaude de chlorure stanneux et on la réduit dans la zone (5). On obtient alors une masse grise qui se dissout à chaud d. HCl en donnant solut. de couleur améthyste. Avec sel de phosphore, l'essai donne en (4) perle incolore, qui en (6) se colore en violet améthyste. Après add. d'une petite q. de sulfate ferreux, la perle prend en (5) la col. rouge foncé du sang veineux; la perle passe au brun en (4) (fer) et se colore en (5) de nouveau en rouge foncé.		Ti Ta ou Nb
		Si tous les essais précédents n'ont donné aucun résultat, on ajoute ac. acétique à la solut. de la masse fondue et l'on évapore à une douce chal. — Résidu gélatineux.		Si.

(172) *(suite) Éléments ne donnant pas d'enduits, et difficilement ou non réductibles.*

On attaque par le carbonate de sodium en fusion av. addition de petites quantités de nitre.	Masse fondue jaune.	On la dissout dans l'eau, on acidule la solut. claire par ac. acétique et on la fait absorber par des bandes étroites papier Berzélius	Acétate de plomb produit sur le papier tache jaune, nitrate mercurique tache rouge, et le nitrate d'argent tache rouge-brun. Chauffée avec l'eau régale ou le chlorure stanneux, la masse fondue donne solut. verte. Perle de borax : vert-émeraude en (4), (5) ou (6).	**Cr**
			Nitrate d'argent produit tache jaune. La solution de la masse fondue dans l'eau régale est d'un jaune brun, et passe au bleu par chlorure stanneux. Perle de borax : jaune-vert en (4); verte en (6).	**V**
	Masse f. verte.	Elle donne avec l'eau solut. verte, se colorant en rouge par ac. acétique et se décolorant ensuite. Perle de borax : couleur améthyste en (4), incolore en (6).		**Mn**

Si les essais précédents n'ont pas donné de résultats, il reste à faire les expériences suivantes :

On fond l'essai avec du bisulfate de potassium, puis on broie la masse avec qqs grains de carbonate de sodium et qqs gouttes d'eau et on fait absorber la solut. par une bande de papier. Ac. acétique et ferrocy. produisent tache jaune. Perle de borax : jaune en (4) ; verte en (6) surtout après add. de chlorure stanneux ; ces col. ressemblent à celle que donne le fer, mais s'en distinguent en ce que la perle d'urane émet à chaud une lumière vert-bleuâtre, analogue à la teinte de fluorescence du verre d'urane. Les perles de borax du plomb, de l'acide stannique et de qqs autres composés produisent un phénomène lumineux analogue, mais ne présentent pas la coloration de la perle d'urane.	**U**

Recherche du soufre. — L'essai, réduit avec du carbonate sodique sur la baguette de charbon, est placé sur une lame d'argent et humecté d'eau : la formation d'une tache brune ou noire indique la présence du soufre ; toutefois cette réaction n'est caractéristique que si l'on s'est assuré, d'après la table **170**, de l'absence du sélénium et du tellure, qui produisent une tache semblable sur l'argent.

Recherche du phosphore. — L'essai parfaitement sec est chauffé dans le tube avec un morceau de magnésium ou de sodium, et la masse est humectée d'eau ; le développement de l'odeur très caractéristique de l'hydrogène phosphoré indique la présence du phosphore.

Si l'essai ne contient pas d'élément donnant un enduit, on peut reconnaître les phosphates en le fondant au fil de platine dans la zone (5) avec du borax et un petit morceau de fil de fer très fin ; il se produit un globule blanc de fer phosphoré magnétique.

(173) *Éléments réductibles, volatils,*

	Enduit métallique	Enduit d'oxyde.	Enduit d'oxyde + $SnCl^2$.	Enduit d'iodure.
Enduits à peine solubles dans AzO^3H d'une densité de 1,15	Noir, bord brun.	Blanc.	Noir.	Brun; disp. pass. au souf.
	Rouge-cuivre, bord rouge-brique.	Id.	Roug.-briq. + NaHO noir.	Brun; ne disp. pas compl. au souf.
	Noir, bord brun.	Id. + AzO^3Ag et AzH^3 noir, insol. AzH^3.	Blanc. NaHO rien.	Rouge-orange disp. passag. au souf.
	Id.	Blanc; + AzO^3Ag + AzH^3 jaune ou br.rouge. sol.AzH^3	Id.	Jaune; disp. passag. au souf.
Enduits difficilement solubles dans AzO^3H d'une densité de 1,15	Id.	Blanc-jaunâtre.	Id. + NaHO noir.	Bleu-brunâtre, bord couleur de chair; disp. passag. au souf.
	Gris non uniforme.	Ne peut être produit.		Rouge-carmin et jaune; ne disp. pas au souf.
	Noir, bord brun.	Blanc.	Blanc.	Jaune-citron; ne disp. pas au souf.
Enduits immédiatement solubles dans AzO^3H d'une densité de 1,15	Id.	Jaune clair.	Id.	Jaune; ne disp. pas au souf.
	Id.	Brun, bord blanc; ce bord passe au noir par AzO^3Ag.	Id.	Blanc.
	Id.	Blanc.	Id.	Id.
	Id.	Blanc-jaunâtre.	Id.	Blanc-jaunâtre.

donnant des enduits métalliques.

Enduit d'iodure + AzH^3.	Enduit de sulfure.	Enduit de sulfure + Am^2S.	Coloration de la flamme.	Nature de l'élément.
Disp.	Noir ou noir-brunâtre	Disp. passag.	Vert	Te
Ne disp. pas.	Jaune ou orange.	Orange, puis disp. passag.	Bleu-bluet.	Se
Disp.	Orange.	Disp. passag.	Vert pâle.	Sb
Disp.	Jaune-citron	Disp. passag.	Bleu pâle.	As
Rouge-aurore à jaune, brun à l'état sec.	Brun d'ombre bord brun café.	Ne disp. pas.	Bleuâtre non caractéristique.	Bi
Disp. passag.	Noir.	Id.	—	Hg
Ne disp. pas.	Noir, bord gris-bleuâtre.	Id.	Vert-pré.	Tl
Disp. passag.	Rouge-brun puis noir.	Id.	Bleu pâle.	Pb
Blanc.	Jaune-citron.	Id.	—	Cd
Blanc.	Blanc.	Id.	—	Zn
Blanc-jaunâtre.	Id.	Id.	Bleu-indigo.	In

Section III. — Analyse spectrale.

(174) *Méthode pour rendre les descriptions des spectres comparables.*

Cette méthode consiste à convertir, à l'aide d'une table, ou mieux d'une courbe, les nombres lus sur l'échelle du spectroscope (numéros) en longueurs d'onde (λ), Pour construire la courbe de correspondance des numéros aux λ, courbe différente pour chaque instrument, on se procurera du papier quadrillé et l'on marquera, sur une ligne horizontale, la position d'un certain nombre de raies bien caractéristiques; chaque millimètre représentera, par exemple, une division du micromètre.

Cela fait, on cherchera dans les tables suivantes les λ correspondant aux raies enregistrées et l'on marquera ces λ de la même manière sur une ligne verticale; chaque millimètre pourra représenter une variation de 1 millionième de millimètre dans la longueur d'onde (1,0 dans nos tables). Il serait préférable, pour obtenir plus de précision dans les mesures, de construire la courbe à plus grande échelle et sur plusieurs feuilles au besoin. Par exemple, une division de l'échelle du spectroscope serait représentée par 2 ou 5 millimètres, tandis qu'une même longueur mesurée sur la ligne verticale correspondrait, suivant la partie du spectre, à 0,5 ou 0,2 des longueurs d'onde exprimées dans nos tables. On indiquera, par un point, l'intersection des lignes horizontale et verticale correspondant au λ et au numéro de chaque raie, puis on réunira tous ces points par une courbe continue.

Voici quelles sont les sources de lumière qui permettent de construire la courbe avec une précision suffisante : étincelle de la bobine, ou mieux de la bouteille de Leyde, éclatant dans l'air entre des pôles de platine; étincelle éclatant entre des pôles de zinc, de zinc mouillé de mercure, d'étain, de plomb, de cuivre, d'alliage monétaire d'argent; flamme du bec Bunsen colorée par des sels de sodium, de lithium, de potassium, de thallium. On achèvera de déterminer la courbe avec précision en intercalant entre les points obtenus ceux que donneront les principales lignes du spectre du fer (métal ou solution).

Dans les lectures de l'échelle, on devra s'attacher à évaluer le 1/4 ou le 1/5 de division.

Les spectres d'étincelle donnés ici se rapportent à deux dispositifs distincts :

1° Etincelle de la bobine, sans condensateur, jaillissant à la surface d'une solution saline, en donnant des spectres « moléculaires » pouvant varier, pour un même métal, avec la nature de la combinaison.

2° Etincelle de la bouteille de Leyde chargée par la bobine, et

jaillissant entre deux pôles formés soit d'un corps simple, soit d'un composé solide ou fondu, minéral ou sel. On a reconnu d'une manière générale qu'avec une condensation suffisante (30 à 50 décimètres carrés par armature pour une bobine donnant de 3 à 5 cm. d'étincelle ordinaire) le composé donne un spectre « élémentaire » de lignes, résultant de la superposition pure et simple des spectres individuels des éléments composants.

Dans les tables suivantes, qui ne contiennent que les principales raies des éléments, *g* indique la gauche d'une bande dégradée vers la droite, c'est-à-dire vers le violet; *d* la droite d'une bande dégradée vers la gauche; *m* le milieu d'une bande diffuse; δ = diffuse; δδ = très diffuse; *f* = faible; ! = vive; !! = très vive, etc.

On se rappellera que les limites des diverses couleurs occupent dans le spectre les positions suivantes :

Limites	Couleur	Limites	Couleur
723 – 647	Rouge.	492 – 455	Bleu.
647 – 585	Orangé.	455 – 424	Indigo.
585 – 575	Jaune.	424 – 397	Violet.
575 – 492	Vert.	397	Ultra-violet.

(175). *Raies caractéristiques en* λ (millionièmes de millimètre).

Dressée par M. A. de Gramont.

Air. — *Étincelle condensée.*

	λ		
	660,2		Az
	656,3	!!!	Hα
	648,0		Az
	617,1		O
	594,9		Az
δ	594,2	!!	Az
δ	593,2	!!	Az
β	567,8	!!!	Az
β	566,6	!!!	Az
	553,4		Az
	549,5	!	Az
γ	518,5	!!	Az
γ	517,8	!!	Az
	504,5	!	Az
	502,5		Az
	501,6		Az
α	500,5	!!!	Az
α	500,2	!!!	Az
	486,1	*m f*	Hβ
	480,3		Az
	478,8		Az
	477,9		Az
	470,7		O
	469,8		O
ε	464,9	!	O
ε	464,2	!!	Az
ε	463,0	!!	Az
ε	462,0		Az
ε	461,3		Az
ε	460,6	!	Az
ε	460,0	!	Az
ζ	444,7		Az
ζ	443,4	*m* δδ	Az
ζ	441,8		O
ζ	441,4		O
	434,8		O
	434,0	*m f* δδ	Hγ
	431,8		O
	424,0		Az
	423,0	*m f* δδ	O
	419,0		O
	418,5		O
	413,7		Az
	411,9		O
	410,1	*m f* δ	Hδ
	407,5		O
	407,1		O
	397,0	.	H

Argon.

Étincelle dans le gaz à la pression ordinaire.

487,9 !

484,7
480,5 !
476,5
473,5
472,5

A basse pression étincelle positive, « spectre rouge ».

705,6
555,7
518,6
420,1
415,9

Étincelle négative condensée, « spectre bleu ».

514,0
506,5
493,8
487,9
442,6
442,2
439,9
434,8
420,1
415,9
.....

Aluminium—*Étincelle. Bouteille de Leyde.*

637,1
624,4
623,4
572,2 !
569,5 !
505,6 !
466,2 !
396,1
394,3

Avec *la bobine seule*, bandes cannelées, dégradées à gauche.

508 *d* !
484,5 *d* !

Antimoine—*Étincelle. Bouteille de Leyde.*

630,2
612,9 !!!
607,8 !
605,1
600,4 !!
590,9 !
589,4 !
563,8 !
556,7 !
546,3
517,6 !
471,1 !
435,1

Argent.

Étincelle dans les solutions d'azotate.

547,2 !
546,5 !!!
520,9 !!
487,4
421,2
405,5

Arsenic. — *Étincelle. Bouteille de Leyde.*

616,9 !
611,0 !
602,1
565,1 !
555,8 !!
549,8 !!
533,2
523,0
510,5
498,4

Azote. — *Étincelle. Bouteille de Leyde.* (Voir air.)

Étincelle à faible distance ou dans le gaz raréfié : Bandes dans l'orangé, le bleu et le violet.

678,6 *g*
670,1 *g*
662,2 *g*
654,2 *g*
646,5 *g*
639,2 *g*
632,1 *g* !
624,9 *g* !
618,3 *g*
612,5 *g*
606,6 *g*
601,2 *g*
595,7 *g*
590,5 *g*
585,3 *g* !
580,2 *g* !
575,2 *g*
544,2
540,6 *g*
537,2 *g*
534,0 *g*
.....
497,2 *g*
491,9 *g*
481,3 *g*
472,2 *g*
466,6 *g*
464,9 *g*
457,4 *g*
448,9 *g* !
441,7 *g*
434,6 *g* !!!
427,1 *g* !!
420,3 *g* !
414,4 *g*
409,8 *g*
406,3 *g*
400,2 *g*
395,2 *g*

En outre : *pôle négatif.*

522,7 *g* cannelée
470,9 *g* ! id.
428,1 *g* !! id.

Baryum.

Étincelle dans les so-

lutions salines et avec la bouteille de Leyde.

649,6
614,1
585,3
577,7
553,6 !
542,5
531,2
524,2 *m* !!!
513,6 *m* !!
493,4
455,3

En solutions étendues ou dans la flamme 553,5!!! et des bandes ombrées vers la gauche et dues à l'oxyde. Principales :

503,1 *d*
586,6 *d*
549,2 *d*

BISMUTH. — *Étincelle.*

Bouteille de Leyde.

612,9 !
605,7 !
586,2 !
581,6
571,7
545,0 !
527,0 !!
520,8 !!!
514,4 !!!
512,4 !!
499,3 !
472,2 !!!
456,0
430,2
425,9
411,9 !
408,5

Étincelle dans les solutions.

555,2 !
520,8
472,2 !!!
411,8

BORE. — *Étincelle.*

510,3
498,1
496,6
496,4

Étincelle dans les composés haloïdes :

581,0 env.

Acide borique dans la flamme.

580,7
548,0 !!
543,9
519,2 bande δ
494,1 bande δ
472,1

BROME.

Étincelle dans la vapeur, ou bouteille de Leyde dans les bromures fondus.

635,2 !
614,6
582,9
558,9
533,1 !
530,4 !
523,6 !
518,3 !
516,4
505,4
492,9
481,6 !
478,6 !
470,4 !
469,2
436,5
.....

CADMIUM.

Étincelle dans les solutions salines.

643,8
508,6 !!!
479,9 !!
467,7

Avec la bouteille de Leyde, en plus.

537,9 !!
533,8 !!

CALCIUM.

Étincelle avec la bouteille.

646,0 !!
645,2
643,8 !!
616,2
612,2
560,0 !!
559,4 !!
558,8 !!
445,4 !!
443,5 !!
442,5 !!
422,6 !!
396,8
393,3

Dans les solutions salines.

626,5
620,2 !!!
618,1 !!!
593,3
554,3 *m* !
551,7 *m* !
422,6

Le chlorure de calcium *dans les flammes* donne à peu près le même spectre.

CARBONE.

Selon Angström, les seu-

les raies du carbone sont les suivantes, qu'on obtient, avec les raies de l'oxygène, au moyen d'une forte *étincelle* éclatant dans l'*acide carbonique* :

658,3 !
657,7 !!
.....
564,6
.....
514,4
426,6 !!!

Les bandes ombrées à droite de la base des flammes carbonées et de l'étincelle dans les hydrocarbures (bandes du carbone d'Attfield et Morren) seraient dues selon Angström à l'*acétylène* : en voici les positions :

618,7
611,9
605,6
....
563,3 !! *g*
558,3 ! *g*
553,8 *g*
516,4 !!! *g*
512,8 !! *g*
509,8 *g*
473,6 ! *g*
471,4 *g*
431,1 ! *g*

Enfin les tubes de Geissler remplis d'*oxyde de carbone* donnent les bandes suivantes :

607,8 *g*
560,7 !! *g*
519,7 ! *g*
483,4 *g*
450,9 *g*

CÉRIUM.

Fortes étincelles éclatant sur le chlorure.

551,1
540,9
539,2
535,2 !
527,3 !
471,3
462,8 !
457,3 !
456,2 !! double
452,7 !! double
447,1
446,0 !
441,9
439,1
429,6
428,9 .....

CÉSIUM.

Sels dans la flamme.

697,4
673,3
621,3
601,0
459,3 !!
456,5 !!!

CHLORE. — *Étincelle.*

Bouteille de Leyde dans les chlorures fondus.

545,6
544,3
542,3
539,2
522,0
521 6 !
510,3
507,7
491,6
490,3 !
489,7 !
482,0 !!
481,0 !!
479,4 !!
478,1

CHROME.

Étincelle dans les solutions salines.

520,7 !!!
429,0
427,5
425,4 !

COBALT.

Étincelle dans les solutions salines et avec la bouteille de Leyde.

548,3
535,3 !!
534,0
527,9
526,5 !!
521,2 !
486,8 !!
484,0
481,4 !!
479,2 !
478,0 !
453,0

CORONIUM.

Raie vue seulement dans l'atmosphère solaire (couronne).

531,6

CUIVRE. — *Étincelle.*

Bouteille de Leyde.

578,2
570,0 !
529,2
521,8 !!!
515,3 !!

510 !!!
. . . .
465,1 !
427,5

L'étincelle dans les solutions salines donne surtout

521,8 !!!
510,5 !!

Le *chlorure dans le gaz* donne de belles bandes bleues à double dégradation vers la gauche, avec

550,6 !!!
543,9 !
538,5 !!
526,0 *d* !

DIDYME.

(Voyez LANTHANE.)

ERBIUM.

Fortes étincelles dans la solution de chlorure.

582,6
525,6
495,1
489,9
467,7
460,5

FER.

Étincelle dans les solutions de chlorure et avec la bouteille de Leyde.

537,0
532,8 !!!
527,0 !!!
526,7
523,2 !!!
519,2
516,8
513,9
495,8 !!
492,0 !!
489,1
487,7
440,7 !
438,3 !
432,6 !!
431,5 !!
430,7 !!
427,1 !!
426,1 !!
407,2

ÉTAIN.

Étincelles fortes dans solutions concentrées.

645,2
579,8
563,2 !
. . . . .
452,5 !!

Avec la *bouteille de Leyde*, les raies suivantes gagnent beaucoup en éclat :

558,9 !!
556,2 !!
458,4

De même avec le métal.

FLUOR.

Étincelle dans les composés volatils du fluor.

691,0 env.
687,5
685,5
677,0 ! env.
640,5 !
634,0 env.
623,0 env.

GADOLINIUM.

Étincelle dans le chlorure.

. . . . .

572,3
570,5
566,9
492,9
490,8
488,8
479,3
463,3
461,7
446,7

GALLIUM.

Étincelle dans les solutions de chlorure.

417,1 !
403,2

GERMANIUM.

Étincelle.

602,0 !!
589,1 !!

GLUCINIUM.

Étincelle dans les solutions de chlorure.

457,2
448,8

HÉLIUM.

Étincelle dans le gaz.

587,6 !!
501,6 ! P[1]
492,2 P[1]
471,3
447,1 !
438,8 P[1]
402,6 !

[1] P = Par-Hélium de Runge et Paschen.

HYDROGÈNE.

Voir à AIR et RAIES C, F, K de Fraunhofer.

INDIUM.

Sels dans la flamme ou étincelle dans les solutions.

619,3 !!
609,5
582,0
564,4
525,0 !!
468,1
465,6
463,7
451,0 !!!
410,1 !
407,2
406,3
403,3
.....

IODE.

Étincelle dans la vapeur, ou avec bouteille de Leyde dans les iodures fondus.

612,6 !
608,5
607,6
595,0
577,5
576,0
573,7
570,9
567,7
562,6 !
549,8 !
546,5 !
543,6
540,3 !
534,3
533,6
524,5
516,1 !!
.....

Par absorption, bandes dégradées vers la gauche, du rouge au bleu.

IRIDIUM et RUTHÉNIUM.

634,7 } ?
544,9 }
529,9

LANTHANE et DIDYME.

Fortes étincelles dans les chlorures.

545,4 *f* La
530,3 *f* La
518,7 La
518,2 La !
512,95 Di *f*
494,4 Di
492,1 La !
490,1 Di
489,9 La !
488,25 Di
469,1 La
466,3 La !
466,1 La
465,4 La
462,0 La
457,95 La !
455,75 La !
452,5 La !
443,0 La !
438,25 La !
435,4 La !
433,0 La !
429,5 La !
428,6 La !
426,8 La
419,6 La
415,15 La
412,1 La
408,16 La
407,65 La

LITHIUM.

Sels dans la flamme.

670,8 !!!!
610,4

Étincelle dans les solutions salines.

670,8 !
610,4 !!
460,3

MAGNÉSIUM.

Étincelle dans les solutions salines.

552,7
518,4 !!
517,3 !
516,7 !

En outre avec le métal :

448,1

MANGANÈSE.

Étincelles courtes dans la solution du chlorure.

602,1 !!
601,6 !!
601,2 !!
482,3 !!!
478,3 !!
476,5 !!
476,1 !!
475,3 !!
447,2 !!
441,4 !
423,5 !
422,7
403,2

Les *étincelles plus longues* donnent en outre de belles bandes dégradées à gauche. Les plus visibles sont :

558,7 !! *d*
536,0 ! *d*

On obtient les mêmes bandes *dans le gaz* avec traces de

403

MERCURE.

Étincelles dans les solutions ou sur le métal.

615,1 !!

588,8
579,0 !!!
576,8 !!!
567,8 !
546,0 !!!
491,6 *f*
435,8 !!
407,8
404,7 !!
398,2

MOLYBDÈNE.

Fortes étincelles dans le chlorure, ou avec la bouteille de Leyde.

602,9 !
588,7 !
585,7
556,9 !!
553,1 !!
550,5 !
427,7 !
414,4 !
407,0 !

NIOBIUM.

Étincelles (procédé Demarçay) dans le fluorure.

431,1
416,8
416,5
416,4
415,3
414,0
412,4 !
410,1 !!
408,0 !!
405,9 !!

NICKEL.

Étincelles dans les solutions salines, ou avec la bouteille de Leyde.

547,6 !!!
.....
508,1 !!
503,6
501,7
498,4
490,4
486,7
471,5 !
440,2

OR.

Étincelle assez courte dans le chlorure concentré, ou avec la bouteille de Leyde.

627,8 !!
583,7 !!!
565,6
523,0 !
506,5
479,3 !

Avec forte étincelle.

479,3 !!!

Le chlorure d'or *dans le gaz* donne de belles bandes dégradées à gauche, dont les plus visibles sont :

530,0 !! *d*
520,0 ! *d*

OSMIUM. — *Étincelle.*

.....
442,2
426,0

OXYGÈNE. (Voy. AIR.)

PALLADIUM.

Étincelle dans la solution de chlorure.

569,4
566,8
561,8
554,6 !
539,4
529,4 !!!
516,3 !!
511,4 double
421,3

PHOSPHORE.

Étincelle dans la vapeur, ou avec bouteille de Leyde dans les sels fondus.

604,2 !!
603,4
602,5 !!
.....
549,8
542,3
540,9 !
538,5 !
534,0 !
531,1 !
529,2 !
.....
525,0 !!
460,3 !!
458,9 !!

L'*hydrogène* entraînant des traces de phosphore brûle avec une flamme dont le noyau vert fournit les bandes :

560,5 ! *m* δ
526,3 !!! *m* δ
510,6 !! *m* δ

PLATINE.

Étincelle assez courte dans le chlorure.

584,5
547,8 !!!
547,6
539,0
536,8
530,2 !!
522,6 !
505,9 !
455,4
452,1

449,8
444,2

Dans le gaz le chlorure de platine donne de belles bandes pendant un instant.

PLOMB.

Étincelle dans l'azotate concentré.

600,2
520,1
500,5 !!
405,8 !!!

Avec le métal et la *bouteille de Leyde* on a en outre :

560,7 !!
537,3 !!
438,6 !!
424,6 !!

POTASSIUM.

Sels dans la flamme:

769,9 } !!!
766,5 }
404,7 }
404,4 }

A une très haute température, ou avec l'étincelle et le sel fondu, on a en outre :

693,9 }
691,1 }
583,2
580,2
578,3
535,9
534,0
482,9
426,4
418,5

RUBIDIUM.

Sels dans la flamme.

780,0
629,8
421,6 !!
420,2 !!!

SAMARIUM. — *Étincelle*

551,5
545,2
527,1
520,0
511,7
504,4
488,3
484,1
481,5
475,9
472,8
470,3
445,4
445,2
443,3 !
442,4 !
439,0

SCANDIUM. — *Étincelle.*

630,4 !
621,0
611,5
607,9 !
607,1
606,4
603,7 !
569,9
568,6
567,1
565,6
552,6 !!
523,9
503,0 !
466,9
441,5 !
440,0 !
437,4 !
432,4 !
432,0 !
431,4 !
424,8 !

SÉLÉNIUM.

Étincelle dans la vapeur.

530,4 !!
527,0 !!
525,2 !!
522,6 !
517,5 !
514,3 !
509,6 double
506,8
499,2
484,3 double

SILICIUM.

Étincelle entre des pôles de silicium.

636,5 !
634,1 !!
598,1 !
595,9
505,6
504

Étincelle dans le chlorure et le fluorure.

436,9 !
413,1 !!
412,8 !

SODIUM.

Sels dans la flamme ou l'étincelle.

589,5 } !!!
588,9 }

L'étincelle avec le métal ou le sel fondu donne en outre :

616,1 }
615,4 }
568,8 } !!
568,2 }
515,4 }
514,9 }

498,3 }
497,8 }

SOUFRE.

Étincelle dans la vapeur, ou bouteille de Leyde dans les sulfures et les sulfates fondus.

631,9
630,8 !
629,0 !
567,2
565,1
564,2
560,7
550,8 !
545,2 !!
543, 4 !!
542,9 !!
534,2 !!
532,0 !!
521,9
521,2 !
520,1 !
503,2
502,1
492,5

A une *faible pression*, l'*étincelle* donne des bandes dégradées vers la gauche; les plus brillantes sont :

524,8 *d*
519,2 *d*
508,9 *d*
503,7 *d*
484,2 *d*
465,1 *d*
460,7 *d*
448 *d* milieu
....

STRONTIUM.

Étincelle dans les solutions de chlorure.

662,7 *g* !
649,7 *g*
636,4 *g* !!
624,3 *gδ*
605,8 *d* !!!
603,1 *mδ* !
460,7 !
421,5

Dans la *flamme*, le chlorure de strontium donne le même spectre avec

460,7 !!

et s'il y a beaucoup de chlorure non décomposé,

635,0 *m* !!!

TANTALE.

Fortes étincelles dans le chlorure.

600! env.

TELLURE.

Fortes étincelles dans la vapeur ou bouteille de Leyde dans les tellurures.

643,7 !
597,3 !
593,5
575,5 !
570,7 !
564,7 !
557,5
544,8

THALLIUM.

Étincelle ou flamme.

535,1 !!!!

Dans la flamme, on a en outre :

568,0 traces.

THORIUM.

Fortes étincelles dans le chlorure.

439,2 !
438,1 !
428,1 !
427,7

TITANE.

Fortes étincelles dans le chlorure et bouteille de Leyde dans les oxydes.

625,7 !!
597,8
596,5
595,2
589,9
586,5
567,4
566,1
564,3
551,4
551,2
533,7
529,7
528,3
522,3
520,9 !
519,2
512,9
512,0
506,4
503,6
501,3
500,7
499,9
499,0
498,1
488,4
480,4
475,8 double.
465,6
463,9
457,2
455,0

449,8
444,2

Dans le gaz le chlorure de platine donne de belles bandes pendant un instant.

PLOMB.

Étincelle dans l'azotate concentré.

600,2
520,1
500,5 !!
405,8 !!!

Avec le métal et la *bouteille de Leyde* on a en outre :

560,7 !!
537,3 !!
438,6 !!
424,6 !!

POTASSIUM.

Sels dans la flamme:

769,9 }
766,5 } !!!
404,7 }
404,4 }

A une très haute température, ou avec l'étincelle et le sel fondu, on a en outre :

693,9 }
691,1 }
583,2
580,2
578,3
535,9
534,0
482,9
426,4
418,5

RUBIDIUM.

Sels dans la flamme.

780,0
629,8
421,6 !!
420,2 !!!

SAMARIUM. — *Étincelle*

551,5
545,2
527,1
520,0
511,7
504,4
488,3
484,1
481,5
475,9
472,8
470,3
445,4
445,2
443,3 !
442,4 !
439,0

SCANDIUM. — *Étincelle.*

630,4 !
621,0
611,5
607,9 !
607,1
606,4
603,7 !
569,9
568,6
567,1
565,6
552,6 !!
523,9
503,0 !
466,9
441,5 !
440,0 !
437,4 !
432,4 !
432,0 !
431,4 !
424,8 !

SÉLÉNIUM.

Étincelle dans la vapeur.

530,4 !!
527,0 !!
525,2 !!
522,6 !
517,5 !
514,3 !
509,6 double
506,8
499,2
484,3 double

SILICIUM.

Étincelle entre des pôles de silicium.

636,5 !
634,1 !!
598,1 !
595,9
505,6
504

Étincelle dans le chlorure et le fluorure.

436,9 !
413,1 !!
412,8 !

SODIUM.

Sels dans la flamme ou l'étincelle.

589,5 }
588,9 } !!!

L'étincelle avec le métal ou le sel fondu donne en outre :

616,1 }
615,4 }
568,8 }
568,2 } !!
515,4 }
514,9 }

498,3 }
497,8 }

SOUFRE.

Étincelle dans la vapeur, ou bouteille de Leyde dans les sulfures et les sulfates fondus.

631,9
630,8 !
629,0 !
567,2
565,1
564,2
560,7
550,8 !
545,2 !!
543, 4 !!
542,9 !!
534,2 !!
532,0 !!
521,9
521,2 !
520,1 !
503,2
502,1
492,5

A une *faible pression*, l'*étincelle* donne des bandes dégradées vers la gauche; les plus brillantes sont :

524,8 *d*
519,2 *d*
508,9 *d*
503,7 *d*
484,2 *d*
465,1 *d*
460,7 *d*
448 *d* milieu
....

STRONTIUM.

Étincelle dans les solutions de chlorure.

662,7 *g* !
649,7 *g*
636,4 *g* !!
624,3 *gδ*
605,8 *d* !!!
603,1 *mδ* !
460,7 !
421,5

Dans la *flamme*, le chlorure de strontium donne le même spectre avec

460,7 !!

et s'il y a beaucoup de chlorure non décomposé,

635,0 *m* !!!

TANTALE.

Fortes étincelles dans le chlorure.

600! env.

TELLURE.

Fortes étincelles dans la vapeur ou bouteille de Leyde dans les tellurures.

643,7 !
597,3 !
593,5
575,5 !
570,7 !
564,7 !
557,5
544,8

THALLIUM.

Étincelle ou flamme.

535,1 !!!!

Dans la flamme, on a en outre :

568,0 traces.

THORIUM.

Fortes étincelles dans le chlorure.

439,2 !
438,1 !
428,1 !
427,7

TITANE.

Fortes étincelles dans le chlorure et bouteille de Leyde dans les oxydes.

625,7 !!
597,8
596,5
595,2
589,9
586,5
567,4
566,1
564,3
551,4
551,2
533,7
529,7
528,3
522,3
520,9 !
519,2
512,9
512,0
506,4
503,6
501,3
500,7
499,9
499,0
498,1
488,4
480,4
475,8 double.
465,6
463,9
457,2
455,0

453,6
453,3
452,6
450,1
446,8
444,3
442,7
439,5
417,2
416,4
. . .

TUNGSTÈNE.

Fortes étincelles dans le chlorure.

551,3 !
549,1
522,3 !
505,3 !
488,7
484,2 !
430,2 !
429,5 !
426,9
410,3
407,4 !
407,0
401,5
400,0 !!

URANIUM

Fortes étincelles dans le chlorure.

552,7
549,3
548,1
547,9
547,7
457,4
544,3 *f*
434,2
467,2
434,0

VANADIUM.

Fortes étincelles dans le chlorure.

611,9
608,9
603,9
572,5
569,7 *f*
459,4 !
445,9 *f*
440,8 !!
438,9 *f*
438,4
437,9 !!
411,1

YTTERBIUM. — *Étincelle.*

622,1
555,5
547,6
535,2
534,6
533,4
478,5
512,25
508,75 !
490,0 !
488,1 !
485,4 !
478,5 *f*
464,3
442,2
437,4 !
430,9 !
417,65

YTTRIUM.

Fortes étincelles dans le chlorure.

619,05 !
613,1 !
600,25
598,65 !
597,05 !
566,2 !
552,65
549,6 !
546,6
540,2 !
520,5 !
519,95 !

ZINC.

Étincelles dans les solutions salines.

636,1 !!
481,0 !!!
472,1 !
467,9

Entre des pôles de *métal*, on a en outre :

610,2 !!
602,3
492,3 ! δ
491,1 ! δ

ZIRCONIUM.

Fortes étincelles dans le chlorure.

614,0
612,7
481,5
477,1
473,8
471,0
468,9
416,1
415,7 *f*
414,9 *f*
408,1
407,3
399,9

Raies de Fraunhofer.

Longueurs d'onde en unités d'Angström (dix-millionième de millimètre), d'après les dernières mesures de Rowland.

	λ.	Attribution chimique.		λ.	Attribution chimique.
A	7594,05	O	K	3933,80	Ca
B	6867,46	O	L	3820,56	Fe
C	6563,05	H	M	3727,76	Fe
D_1	5896,15	Na		3727,20	Fe
D_2	5890,18	Na	N	3581,34	Fe
E	5270,53	Fe	O	3441,13	Fe
	5270,44	Ca	P	3361,30	Fe
	5269,72	Ca	Q	3286,87	Fe
b_1	5183,79	Mg	R	3181,40	Ca
b_2	5172,87	Mg		3179,45	Ca
b_3	5169,21	Fe	*r*	3144,58	Fe
	5169,06	Fe	S_1	3100,77	Fe
b_4	5167,68	Fe		3100,41	Fe
	5167,50	Mg	S_2	3100,06	Fe
F	4861,49	H	*s*	3047,72	Fe
G	4308,07	Fe	T	3021,19	Fe
	4307,90	Ca		3020,75	Fe
h	4101,87	H	*t*	2994,54	Fe
H	3968,62	Ca	U	2947,99	Fe

Section IV. — Analyse des gaz.

(176) *Quelques réactions des gaz, applicables à leur séparation.*

Oxygène	Absorbé par les pyrogallates alcalins, le phosphore et le chlorure cuivreux.
Chlore	Soluble dans l'eau. Absorbé par le mercure.
Azote	Insoluble dans les dissolvants. Au rouge, s'unit au titane, au magnésium, etc.
Acides : chlorhydrique, bromhydrique, iodhydr.	Absorbés par l'eau, la potasse, ou le borax pulvérulent.
Hydrogène sulfuré	Soluble dans l'eau, la potasse. Absorbé par le sulfate de cuivre ou l'acétate de plomb humide. Attaqué par le brome et par l'acide sulfurique concentré.
Acide sulfureux	Très soluble dans l'eau. Absorbé par la potasse ou le bioxyde de plomb sec.
Ammoniaque	Très soluble dans l'eau. La solution bouillante perd tout son gaz.
Méthylamine, éthylamine.	Comme l'ammoniaque.
Cyanogène	L'eau en absorbe 4 1/2 vol., l'alcool 23 vol. Se combine à chaud avec le potassium.
Protoxyde d'azote	Détone avec son vol. d'hydrogène et fournit son vol. d'azote; soluble dans l'alcool.
Bioxyde d'azote	Soluble dans le brome et très peu soluble dans l'acide sulfurique. Absorbé par la solution de sulfate ferreux.
Hydrogène phosphoré ...	Absorbé lentement par les solutions de sulfate de cuivre. Attaqué par le brome et l'acide sulfurique fumant.
Acide carbonique	Soluble dans l'eau. Absorbé par la potasse ou par la chaux sodée.
Sulfure de carbone	Absorbé par la potasse imbibée d'alcool.
Acide cyanhydrique	Absorbé par l'oxyde de mercure.
Chlorure de cyanogène ..	L'eau en dissout 25 volumes, l'alcool davantage. Absorbé par la potasse.
Chlorure de méthyle	Soluble dans 1/4 de son volume d'eau. Très soluble dans l'alcool.
Éther méthylique	L'eau en absorbe 32 vol. à 10°; très soluble dans l'alcool. Sol. dans l'ac. sulfurique.
Hydrogène silicié	1 vol. donne avec potas. 4 vol. d'hydrogène.
Fluorure de silicium	Absorbé par l'eau avec dépôt de silice gélatineuse.
Chlorure de bore	Absorbé par l'eau et la potasse.
Fluorure de bore	Absorbé par l'eau et la potasse. Carbonise le papier; colore les flammes en vert.

(177) *Caractères eudiométriques de quelques gaz carbonés* (Berthelot).

Noms des gaz. (1 volume.)	O consommé.	CO^2 produit	Contraction après absorpt. de CO^2	Alcool absolu.	Cu^2Cl^2 ammoniacal.	Brome.	Acide sulfurique. Ordinaire.	Acide sulfurique. Fumant.	Eau.
Hydrogène....	1/2	»	1 1/2	insoluble.	insoluble.	insoluble.	insoluble.	insoluble.	insol.
Oxyde de carbone [1].......	1/2	1	1 1/2	insoluble.	diss. 20 v. de gaz.	insoluble.	insoluble.	insoluble.	insol.
Gaz des Marais (Méthane)....	2	1	3	diss. 1/2 vol. de gaz	très - peu soluble.	tr. - peu s.	tr. - peu s.	tr. - peu s.	dis. 1/25 de vol.
Éthane	3 1/2	2	4 1/2	diss. 1 1/2 v.	tr. - peu s.	tr. - peu s.	tr. - peu s.	tr. - peu s.	tr.-p. s.
Propane.......	5	3	6	dis. 6 vol.	tr. - peu s.	tr. - peu s.	tr. - peu s.	tr. - peu s.	tr.-p. s.
Butane........	6 1/2	4	7 1/2	très-sol.	tr. - peu s.	tr. - peu s.	tr. - peu s.	tr. - peu s.	tr.-p. s.
Éthylène......	3	2	4	ass. sol.	ass. sol.	absorbe.	ab. t.-lent.	absorbe.	peu sol.
Propylène......	4 1/2	3	5 1/2	très-sol.	un peu s.	absorbe.	absorbe.	abs. rap.	peu sol.
Butylène......	6	4	7	très-sol.	un peu s.	absorbe.	absorbe.	abs. rap.	peu sol.
Amylène (Vap.).	7 1/2	5	8 1/2	très-sol.	un peu s.	absorbe.	absorbe.	abs. rap.	peu sol.
Acétylène......	2 1/2	2	3 1/2	dis. 6 vol. de gaz	abs., précipité rouge	absorbe.	abs. lent.	absorbe.	soluble (1 v.).
Allylène	4	3	5	très-sol.	abs. pr. j.	absorbe.	absorbe.	abs. rap.	soluble.
Alcool (Vap.)...	3	2	4	»	soluble.	très-sol.	très-sol.	très-sol.	très-sol.
Ether (Vap.)....	6	4	7	très-sol.	soluble.	soluble.	soluble.	soluble.	soluble.
Benzine (Vap.) [2].	7 1/2	6	8 1/2	soluble.	»	»	»	soluble.	insol.

[1] Très-lentement soluble dans les alcalis (Formiates).
[2] Absorbé par l'acide nitrique fumant (Nitrobenzine).

Section V. — Analyse quantitative.

(178) *Facteurs pour le calcul des analyses.*

Élément dosé.	Corps trouvé.	Corps cherché.	Fact. A.	Fact. B.
Aluminium	Alumine Al^2O^3	Al^2	0,53399	0,53004
Ammonium	Chlorure d'ammonium AzH^4Cl	AzH^3	31857	31866
	Chloroplatinate d'ammonium $(AzH^4)^2 PtCl^6$	AzH^3	07646	07687
	Platine Pt	AzH^3	17303	17509
Antimoine	Oxyde d'antimoine Sb^2O^3	Sb^2	83366	83321
	Antimoniate d'antimoine Sb^2O^4	Sb^2	78986	78933
	Sulfure d'antimoine Sb^2S^3	Sb^2	71428	71373
Argent	Chlorure d'argent AgCl	Ag	75271	75271
	Cyanure d'argent AgCAz	Ag	80560	80560
	Oxyde d'argent Ag^2O	Ag^2	93099	93099
	Sulfure d'argent Ag^2S	Ag^2	87063	87068
Arsenic	Anhydride arsénieux As^2O^3	As^2	75757	75779
	Anhydride arsénique As^2O^5	As^2	65217	65244
	— — As^2O^5	As^2O^3	86087	86097
	Sulfure d'arsenic As^2S^3	As^2	60919	60959
	— — As^2S^3	As^2O^3	80414	80443
	Arséniate ammoniaco-magnés. $Mg,AzH^4AsO^4 + 1/2H^2O$	$1/2\ As^2O^5$	60512	60412
Azote	Chloroplatinate d'ammonium $(AzH^4)^2PtCl^6$	Az^2	06300	06332
	Platine Pt	Az^2	14257	14421
	Anhydride azotique Az^2O^5	Az^2	25986	25987
Baryum	Baryte BaO	Ba	89556	89556
	Sulfate de baryum $BaSO^4$	Ba	58814	58819

Le facteur B est calculé avec la valeur probable des poids atomiques (table 1), le facteur A avec les anciens équivalents.

Élément dosé.	Corps trouvé.	Corps cherché.	Fact. A.	Fact. B.
Baryum	Sulfate de baryum $BaSO^4$	BaO	0,65673	0,65678
	Carbonate de baryum $BaCO^3$	Ba	69574	69575
	— — $BaCO^3$	BaO	77688	77688
	Fluosilicate de baryum $BaSiFl^6$	BaO	54871	54731
Bismuth	Oxyde de bismuth Bi^2O^3	Bi^2	89743	89656
	Chromate de bismuth $(BiO)^2Cr^2O^7$	Bi^2O^3	69976	69854
Bore	Acide borique Bo^2O^3	Bo^2	31428	31286
	Fluoborate de potassium $BoKFl^4$	1/2 Bo^2O^3	27748	27613
Brome	Bromure d'argent AgBr	Br	42554	42557
Cadmium	Oxyde de cadmium CdO	Cd	87500	87498
	Sulfure de cadmium CdS	Cd	77737	77742
Calcium	Chaux CaO	Ca	71428	71434
	Sulfate de calcium $CaSO^4$	Ca	29395	29404
	— — $CaSO^4$	CaO	41154	41163
	Carbonate de calcium $CaCO^3$	Ca	40000	40006
	— — $CaCO^3$	CaO	56000	56004
Carbone	Anhydride carbonique CO^2	C	27273	27273
	Carbonate de calcium $CaCO^3$	CO^2	44000	43995
	Carbonate de baryum $BaCO^3$	CO^2	22312	22312
Chlore	Chlorure d'argent AgCl	Cl	24728	24729
	— — AgCl	HCl	25425	25428
	— — AgCl	1/2 Cl^2O^5	52625	52625
Chrome	Oxyde de chrome Cr^2O^3	Cr^2	68587	68475
	Anhydride chromique CrO^3	Cr	52191	52062
	Oxyde de chrome Cr^2O^3	$2CrO^3$	1,31413	1,31525
	Chromate de plomb $PbCrO^4$	CrO^3	0,31053	0,30996
Cobalt	Oxyde de cobalt CoO	Co	78667	0,78594
	Cobalt Co	CoO	1,27119	1,27235
	Sulfate de cobalt $CoSO^4$	Co	0,38046	0,37948

Élément dosé.	Corps trouvé.	Corps cherché.	Fact. A.	Fact. B.
Cobalt	Sulfate de cobalt $CoSO^4$	CoO	0,48364	0,48284
	Azotite de cobalt et de potassium $Co^2O(AzO^2)^4$, $6KAzO^2 + 2H^2O$	CoO	17336	17288
Cuivre	Oxyde cuivrique CuO	Cu	79874	79864
	Oxyde cuivreux Cu^2O	Cu^2	88811	88805
	Sulfure cuivreux Cu^2S	Cu^2	79836	79834
Cyanogène	Cyanure d'argent $AgCAz$	CAz	19439	19440
Étain	Oxyde stanneux SnO	Sn	88060	88028
	Oxyde stannique SnO^2	Sn	78667	78616
Fer	Oxyde ferreux FeO	Fe	77778	77784
	Oxyde ferrique Fe^2O^3	Fe^2	70000	70007
	— — Fe^2O^3	$2FeO$	90000	90003
	Sulfure de fer FeS	Fe	63582	63601
Fluor	Fluorure de calcium $CaFl^2$	Fl^2	48718	48853
Hydrogène	Eau H^2O	H^2	11111	11136
Iode	Iodure d'argent AgI	I	54029	54031
	Iodure de palladium PdI^2	I^2	70413	70441
Lithium	Lithine anhydre Li^2O	Li^2	46745	46765
	Phosphate de lithium Li^3PO^4	Li^3	18153	18156
Magnésium	Magnésie MgO	Mg	60000	60358
	Sulfate de magnésium $MgSO^4$	MgO	33313	33516
	Pyrophosphate de magnésium $Mg^2P^2O^7$	Mg^2	21622	21868
	— — $Mg^2P^2O^7$	$2MgO$	36036	36231
Manganèse	Oxyde manganeux MnO	Mn	77528	77445
	Oxyde manganoso-manganique Mn^3O^4	$3Mn$	72125	72029
	— — — Mn^3O^4	$3MnO$	93031	93007
	Sulfure de manganèse MnS	MnO	81581	81539
Mercure	Mercure Hg	HgO	1,08000	1,07988
	Oxyde mercurique HgO	Hg	0,92593	0,92603

Élément dosé.	Corps trouvé.	Corps cherché.	Fact. A.	Fact. B.
Mercure	Sulfure mercurique HgS	Hg	0,86179	0,86202
	Chlorure mercureux Hg^2Cl^2	Hg^2	84941	84962
Molybdène	Oxyde de molybdène MoO^2	Mo	75000	75027
Nickel	Oxyde de nickel NiO	Ni	78667	78594
	Sulfate de nickel $NiSO^4$	Ni	38046	37948
	— — $NiSO^4$	NiO	48364	48284
Phosphore	Anhydride phosphorique P^2O^5	P^2	43662	43692
	Pyrophosphate de magnésium $Mg^2P^2O^7$	P^2	27928	27862
	— — $Mg^2P^2O^7$	P^2O^5	63964	63769
	Phosphate d'argent Ag^3PO^4	1/2 P^2O^5	16954	16981
	Pyrophosphate d'argent $Ag^4P^2O^7$	P^2O^5	23443	23453
	Pyrophosphate d'uranyle $(UO)^4P^2O^7$	P^2O^5	19777	19763
Plomb	Chlorure de plomb $PbCl^2$	Pb	74476	74474
	— — $PbCl^2$	PbO	80235	80233
	Oxyde de plomb PbO	Pb	92823	92822
	Sulfure de plomb PbS	PbO	93273	93279
	Sulfate de plomb $PbSO^4$	Pb	68291	68293
	— — $PbSO^4$	PbO	73572	73575
Potassium	Chlorure de potassium KCl	K	52467	52460
	— — KCl	1/2 K^2O	63192	63185
	Chloroplatinate de potassium K^2PtCl^6	K^2	16039	16109
	— — K^2PtCl^6	2 KCl	30570	30707
	Platine (du chloroplatinate) Pt	K^2	39733	40231
	Potasse anhydre K^2O	K^2	83028	83025
	Azotate de potassium $KAzO^3$	1/2 K^2O	46587	46581
	Sulfate de potassium K^2SO^4	K^2	44895	44893
	— — K^2SO^4	K^2O	54072	54072
Silicium	Silice SiO^2	Si	46667	46729
	Fluosilicate de potassium K^2SiFl^6	H^2SiFl^6	65374	65493

Élément dosé.	Corps trouvé.	Corps cherché.	Fact. A.	Fact. B.
Sodium	Chlorure de sodium NaCl	Na	0,39390	0,39404
	— — NaCl	$1/2Na^2O$	53066	53075
	Soude anhydre Na^2O	Na^2	74229	74241
	Sulfate de sodium Na^2SO^4	Na^2	32418	32435
	— — Na^2SO^4	Na^2O	43676	43689
	Carbonate de sodium Na^2CO^3	Na^2	43442	43458
	— — Na^2CO^3	Na^2O	58524	58536
Soufre	Sulfate de baryum $BaSO^4$	S	13750	13744
	— — $BaSO^4$	SO^3	34326	34322
	— — $BaSO^4$	H^2SO^4	42043	42041
	Sulfure d'arsenic As^2S^3	S^3	39080	39041
	— — As^2S^3	$3H^2S$	41517	41483
	Anhydride sulfurique SO^3	SO^2	80019	80015
	— — SO^3	S	40056	40045
	Acide sulfurique H^2SO^4	SO^3	81647	81640
Strontium	Strontiane SrO	Sr	84541	84544
	Sulfate de strontium $SrSO^4$	Sr	47664	47674
	— — $SrSO^4$	SrO	56380	56389
	Carbonate de strontium $SrCO^3$	SrO	70169	70173
Thallium	Iodure thalleux TlI	Tl	61659	61682
	Chloroplatinate de Thallium Tl^2PtCl^6	Tl^2	49894	50054
Titane	Anhydride titanique TiO^2	Ti	60976	61154
Tungstène	Anhydride tungstique TuO^3	Tu	79310	79316
Urane	Oxyde uraneux UO	U	88235	88253
	Oxyde uranoso-uranique U^3O^4	U^3	84906	84927
Vanadium	Anhydride vanadique V^2O^5	V^2	56188	56154
Zinc	Oxyde de zinc ZnO	Zn	80247	80342
	Sulfure de zinc ZnS	Zn	66958	67102
	— — ZnS	ZnO	83441	83520

(179) *Facteurs pour analyses de chimie biologique.*

Corps trouvé.	Corps cherché.	Facteur.	Logarithme.
Platine Pt.................	urée	0,3050	$\bar{1}$,48430
Chloroplatinate d'ammonium $2AzH^4Cl.PtCl^4$............	urée	0,1347	$\bar{1}$29 37
Carbonate de baryum $BaCO^3$	urée	0,3047	48387
Chlorure de zinc et de créatinine $(C^4H^7Az^3O)^2,ZnCl^4$..	créatinine	0,6247	79567
Fer Fe.....................	hémoglobine	232,5	2,36642

(180) *Calcul des analyses organiques.*

Poids de l'eau divisé par 9 ou multiplié par 0,1111 = hydrogène;

Poids de l'acide carbonique multiplié par $\frac{3}{11}$ ou par 0,2727 = carbone.

Nota. — Le chlorure de calcium doit être absolument neutre; la potasse du tube de Liebig doit avoir pour densité 1,45.

(181) *Dosage de l'azote en volume.*

Soit V le volume de l'azote mesuré à la pression p et à la température t de la cuve à eau; m la tension maxima de la vapeur d'eau à la température t (table **28**), g le poids de 1 cent. cube d'azote $= 0^{gr},00125562$[1]; on a pour le poids de l'azote :

$$\frac{V(p-m)}{760(1+0,00367\,t)}\,g, \quad \text{ou} \quad m = V(p-m)n.$$

(182) *Table des valeurs de n.* (Voyez le § **181**.)

t^0	n	t^0	n	t^0	n
	0,00000		0,00000		0,00000
0°	16529	11°	15888	22°	15294
1	16468	12	15832	23	15242
2	16409	13	15776	24	15191
3	16349	14	15721	25	15140
4	16290	15	15667	26	15089
5	16231	16	15612	27	15039
6	16173	17	15558	28	14989
7	16115	18	15505	29	14939
8	16057	19	15452	30	14890
9	16000	20	15399	31	14841
10	15944	21	15346	32	14792

1. Cette valeur doit être portée à 0,00125647 (Crafts).

(183) *Table pour le calcul des dosages d'azote* (A. Combes).

Cette table donne le poids en milligrammes d'un centimètre cube d'azote, mesuré sur l'eau, d'après la formule (voyez table **181**)

$$a = \frac{(p-m)g}{760(1+0,00367t)},$$

en multipliant par V, volume d'azote mesuré, la valeur de a correspondant à $p - m$ et t fournie par la table, on a le poids de l'azote.

Les valeurs de a ont été calculées pour les valeurs de $p-m$ variant de 700 à 778mm, et entre la température de 10° et celle de 25°. On a pris pour valeur de g le poids du centimètre cube d'azote *chimique* à 0° et 760 d'après les dernières déterminations de Lord Rayleigh et W. Ramsay, soit 0gr,0012511.

N. B. — Cette table remplace celle de Dietrich qui a figuré jusqu'à cette année (1896) dans l'Agenda, et qui était insuffisamment étendue et gravement inexacte.

t.	700	702	704	706	708	710	712	714
10°	1,1115	1,1147	1,1179	1,1211	1,1242	1,1274	1,1306	1,1338
11	1076	1108	1139	1171	1203	1235	1266	1298
12	1037	1069	1100	1132	1164	1195	1226	1258
13	0999	1030	1061	1093	1124	1156	1187	1219
14	0960	0991	1023	1054	1085	1117	1148	1179
15	0922	0953	0984	1016	1047	1078	1109	1140
16	0884	0915	0946	0977	1009	1040	1071	1102
17	0847	0878	0909	0940	0971	1002	1033	1064
18	0809	0840	0871	0902	0933	0964	0995	1026
19	0772	0803	0834	0864	0895	0926	0957	0988
20	0735	0766	0797	0827	0858	0889	0919	0950
21	0699	0729	0760	0790	0821	0852	0882	0913
22	0662	0693	0723	0754	0784	0815	0845	0875
23	0626	0657	0687	0717	0748	0778	0808	0839
24	0590	0621	0651	0681	0712	0742	0772	0802
25	0555	0585	0615	0645	0676	0706	0736	0766

t.	716	718	720	722	724	726	728	730
10°	1,1369	1.1401	1,1433	1,1465	1,1496	1,1528	1,1560	1,1592
11	1330	1362	1393	1424	1456	1488	1519	1551
12	1290	1321	1353	1384	1416	1447	1479	1510
13	1250	1281	1313	1344	1376	1407	1438	1470
14	1211	1242	1273	1305	1336	1367	1399	1430
15	1172	1203	1234	1265	1297	1328	1359	1390
16	1133	1164	1195	1226	1257	1288	1319	1350
17	1094	1125	1156	1187	1218	1249	1280	1311
18	1056	1087	1118	1149	1180	1211	1242	1272
19	1018	1049	1080	1111	1141	1172	1203	1234
20	0981	1011	1042	1073	1103	1134	1165	1195
21	0943	0974	1004	1035	1066	1096	1127	1157
22	0906	0937	0967	0998	1028	1058	1089	1119
23	0869	0900	0930	0960	0991	1021	1051	1082
24	0833	0863	0893	0923	0954	0984	1014	1044
25	0796	0826	0856	0887	0917	0947	0977	1007

t.	732	734	736	738	740	742	744	746
10°	1,1624	1,1655	1,1687	1,1719	1,1751	1,1782	1,1814	1,1846
11	1583	1615	1646	1677	1709	1741	1772	1804
12	1542	1573	1605	1636	1668	1699	1731	1763
13	1501	1533	1564	1596	1627	1658	1690	1721
14	1461	1492	1524	1555	1586	1618	1649	1680
15	1421	1453	1484	1515	1546	1577	1609	1640
16	1381	1412	1443	1475	1506	1537	1568	1599
17	1342	1373	1404	1435	1466	1497	1528	1559
18	1303	1334	1365	1396	1427	1458	1489	1520
19	1265	1295	1326	1357	1388	1418	1449	1480
20	1226	1257	1287	1318	1349	1379	1410	1441
21	1188	1218	1249	1280	1310	1341	1371	1402
22	1150	1180	1211	1241	1272	1302	1333	1363
23	1112	1142	1173	1203	1234	1264	1294	1325
24	1075	1105	1135	1165	1196	1226	1256	1286
25	1037	1068	1098	1128	1158	1188	1218	1248

t.	748	750	752	754	756	758	760	762
10°	1,1878	1,1909	1,1941	1,1973	1,2005	1,2036	1,2068	1,2100
11	1836	1868	1899	1931	1963	1995	2026	2057
12	1794	1826	1857	1889	1920	1952	1983	2015
13	1753	1784	1816	1847	1878	1910	1941	1973
14	1712	1743	1774	1806	1837	1868	1900	1931
15	1671	1702	1733	1765	1796	1827	1858	1889
16	1630	1661	1692	1723	1754	1785	1817	1848
17	1590	1621	1652	1683	1714	1745	1776	1807
18	1550	1581	1612	1643	1674	1705	1736	1767
19	1511	1542	1572	1603	1634	1665	1695	1726
20	1471	1502	1533	1563	1594	1625	1655	1686
21	1432	1463	1494	1524	1555	1585	1616	1646
22	1394	1424	1454	1485	1515	1546	1576	1607
23	1355	1385	1416	1446	1476	1507	1537	1568
24	1317	1347	1377	1407	1438	1468	1498	1528
25	1279	1309	1339	1369	1399	1429	1460	1490

t.	764	766	768	770	772	774	776	778
10°	1,2132	1.2163	1,2195	1,2227	1,2259	1,2290	1,2322	1,2354
11	2089	2121	2152	2184	2216	2248	2279	2311
12	2046	2078	2109	2141	2172	2204	2236	2267
13	2004	2036	2067	2098	2130	2161	2193	2224
14	1962	1994	2025	2056	2087	2119	2150	2181
15	1921	1952	1983	2014	2045	2077	2108	2139
16	1879	1910	1941	1972	2003	2034	2065	2096
17	1838	1869	1900	1931	1962	1993	2024	2055
18	1798	1828	1859	1890	1921	1952	1983	2014
19	1757	1788	1819	1849	1880	1911	1942	1972
20	1717	1747	1778	1809	1839	1870	1901	1932
21	1677	1707	1738	1769	1799	1830	1860	1891
22	1637	1668	1698	1729	1759	1790	1820	1851
23	1598	1628	1659	1689	1719	1750	1780	1810
24	1559	1589	1619	1650	1680	1710	1740	1771
25	1520	1550	1580	1610	1641	1671	1701	1731

Section VI. — Propriétés des corps.

(184) *Formule et solubilité des principaux composés minéraux.*

La solubilité est indiquée pour l'eau à 15° et à 100°; pour l'alcool, sans signe, vers 15°. Le chiffre donne le poids du sel soluble dans 100 parties de dissolvant. Les chiffres indiqués par les différents observateurs divergent beaucoup; on a choisi ceux qui semblent mériter le plus de confiance. Aq. = H^2O.

i. veut dire insoluble, insoluble dans; — sol. ou s. soluble, soluble dans; — ts. très soluble; — ps. peu soluble; — b. bouillant; — déliq. déliquescent; — déc. décomposé par le dissolvant; — amm. ammoniaque; — ∞ en toutes proportions; — s. glycérine précédé d'un chiffre, soit 20, indique que 20 p. du corps se dissolvent dans 100 p. de glycérine.

Corps.	Formules.	Poids molec.	Solubilité dans 100 p. Eau froide.	Eau bouill.	Alcool.	Observations.
Alumine	Al^2O^3	103	i.	i.	i.	i. ac.
— hydratée	$Al^2O^3\,3H^2O$	156	i.	i.	i.	ts. ac. et potasse.
Bromure d'aluminium	Al^2Br^6	535	s.	s.		f. 90°; b. 270°.
Chlorure —	$Al^2Cl^6 + 12$ aq.	484	400	ts.	50 : b. 75	
— — anh.	Al^2Cl^6	266	déc.	déc.	déc.	volat.
Fluorure —	Al^2Fl^6	169	i.	i.	i.	volat.
Iodure —	$Al^2I^6 + 12$ aq.	924	i.	i.	i.	s. acides et alcalis.
Nitrate —	$Al^2(AzO^3)^6 + 15$ aq.	697	s.		s.	f. 185°.
Phosphate —	$(PO^4)^2Al^2$	244	i.	i.	s. ac. et alc.	i. ac. acétique.
Sulfate —	$Al^2(SO^4)^3 + 18$ aq.	677	table	219	tps.	
Alun d'ammoniaque	$Al^2(AzH^4)^2(SO^4)^4 + 24$ aq.	907	table	219	i.	
— de potasse	$Al^2K^2(SO^4)^4 + 24$ aq.	959	table	219		— 18 aq. 60°; anh. r.
— de soude	$Al^2Na^2(SO^4)^4 + 24$ aq.	917	110	ts.		— 24 aq. 50°.
Bromure d'ammonium	AzH^4Br	98	78	ts.	3	0.11 s. éther.
Carbonate —	$(AzH^4)^3H(CO^3)^2$	175	25	déc.	i. déc.	66 s. eau à 65°.
Chlorate —	AzH^4ClO^3	101	ts.	ts.	ps.	
Chlorure —	AzH^4Cl	53	table	219	12	20 s. glycérine.

Corps.	Formules.	Poids molèc.	Solubilité dans 100 p. Eau froide.	Eau bouill.	Alcool.	Observations.
Chromate d'ammon...	$(AzH^4)^2CrO^4$	152	ts.	ts.		
Bi — —	$(AzH^4)^2Cr^2O^7$	253	9	422		
Fluorure —	AzH^4Fl	37	ts.	ts.	ps.	attaque le verre.
Iodure —	AzH^4I	145	165	ts.	25	0,5 s. éther.
Molybdate —	$Mo^7O^{24}(AzH^4)^6 + 4$ aq.		40	déc.		
Nitrate —	AzH^4AzO^3	80	200	ts.	43; b. 88	déc. 170°.
Perchlorate —	AzH^4ClO^4	117	20	déc.	ps.	
Phosphate — bibas.	$(AzH^4)^2HPO^4$	132	20	s.	i.	
Phosphomo-lybdate —	$(AzH^4)^3PO^4 + (MoO^3)^{10} + 3/2$ aq.	603	0,06	i.		i. acide nitrique.
Sulfate —	$(AzH^4)^2SO^4$	132	table	219.	i.	f. 140°.
Sulfure —	$(AzH^4)^2S$	68	ts.	ts.	s.	
Sulfocyanate —	$AzH^4.CAzS$	76	105	ts	s.	f. 159°.
Vanadate —	AzH^4VO^3	117	ps.	ts.		
Oxyde d'antimoine....	Sb^2O^3	292	i.	tps.	i.	s. HCl, KHO et ac. tart.
Anhydr. antimonique.	Sb^2O^5	324	i.	i.	i.	
Acide —	$HSbO^3$	171	tps.	tps.	i.	i. amm.; s. KHO et HCl conc.
Trichlor. d'antimoine.	$SbCl^3$	228	déc.	déc.	i.	f. 73°; b. 230°.
Penta — —	$SbCl^5$	299	déc.	déc.		liquide, dist. déc.
Protosulfure —	Sb^2S^3	340	i.	i.	i.	
Persulfure —	Sb^2S^5	404	i.	déc.		
Oxyde d'argent......	Ag^2O	232	0,03	tps.	i.	
Arséniate —	Ag^3AsO^4	463	i.	i.	i.	s. acides et amm.
Bromure —	$AgBr$	188	0,00005	i.	i.	s. amm., KCy, KBr.
Chlorate —	$AgClO^3$	191	20	50	ps.	f. 230°.

Corps.	Formules.	Poids molec.	Solubilité dans 100 p. Eau froide.	Eau bouill.	Alcool.	Observations.
Chlorure d'argent....	AgCl	143	0,00064	i.	i.	s. amm., KCy, NaCl, HCl, conc. $Na^2S^2O^3$.
Chromate —	Ag^2CrO^4	332	i.	i.	i.	s. amm., AzO^3H.
Cyanure —	AgCy	134	i.	i.	i.	s. cyanures et amm., i. AzO^3H.
— d'arg. et potass.	$KAgCy^2$	199	12,5	100	4	
Iodure d'argent......	AgI	235	0,0001	i.	i.	0,04 s. am., s. $AgAzO^3$. KI, KCl, NaCl, KCy, HI.
Nitrate —	$AgAzO^3$	170	table 170.		10, b. 25	f. 198°; s. éth. et glyc.
Nitrite —	$AgAzO^2$	154	0.3	s.		déc. 140°.
Phosphate d'argent...	Ag^3PO^4	419	i.	i.	i.	s. acides et amm.
Pyrophosph. — ...	$Ag^4P^2O^7$	606	i.	i.	i.	s. acides et amm.
Sulfate — ...	Ag^2SO^4	312	0,5	1,5	i.	s. AzO^3H.
Sulfite — ...	Ag^2SO^3	296	ps.	déc.	i.	s. amm. et sulfit. alc.
Sulfure — ...	Ag^2S	248	i.	i.	i.	
Acide arsénieux......	As^2O^3	198	op. 1.2	11	0,72	s. HCl et glycérine.
— arsénique......	AsH^3O^4, 1/2 aq.	142	ts.		ts.	— 1/2 aq. 180°.
Anhydr. —	As^2O^5	230	150		ts.	20 s. glycérine.
Bisulfure d'arsenic....	As^2S^2	214	i.	i.	i.	s. AmHS.
Tri — —	As^2S^3	246	0,0001	i.	i.	s. AmHS et Amm.
Baryte anhydre.......	BaO	153	déc.	déc.		
— cristallisée....	BaH^2O^2. 8 aq.	315	table 170.		b., 0,9	— 7 aq. vide; f. 78°.
Bioxyde de baryum anh.	BaO^2	169	i.	déc.		
— — hydr.	BaO^2. 8 aq.	313	ps.	ps.	i.	anh. 130°.
Bromure —	$BaBr^2$, 2 aq.	333	130	200	i.	

Corps.	Formules.	Poids molèc.	Solubilité dans 100 p. Eau froide.	Eau bouill.	Alcool.	Observations.
Carbonate de baryum.	$BaCO^3$	197	0,0016	0,006	i.	
Chlorate —	$BaCl^2O^6$, aq.	322	table	219.	0,22, b., 3	anh. 120°
Chlorure —	$BaCl^2$, 2 aq.	244	table	219.	0,01 ; b. 0,5	10 s. glyc.; anh. 100°.
Chromate —	$BaCrO^4$	253	i.	i.	i.	s. acides.
Fluorure —	$BaFl^2$	175	ps.	ps.	i.	s. HCl, AzO^3H
Fluosilicate —	$BaSiFl^6$	279	0,01	0,02	i.	0,4 s. ac. nitr. dilué.
Iodure —	BaI^2, 2 aq.	427	ts.	ts.	ts.	
Nitrate —	$BaAz^2O^6$	261	table	219,	tps.	
Nitrite —	$BaAz^2O^4$, aq.	247	ts.	ts.	1,5	
Perchlorate —	$BaCl^2O^8$, 4 aq.	408	ts.	ts.	ts.	— 2 aq. 100°.
Phosphate de bar. tribas.	$Ba^3(PO^4)^2$	601	i.	i.	i.	s. acides.
— — bibas.	$BaHPO^4$	233	i.	i.	i.	s. acides.
— — acide.	$BaH^4P^2O^8$	331	déc.	déc.	i.	s. acides.
Pyrophosphate de bar.	$Ba^2P^2O^7$.	448	ps.	ps.	i.	s. acides.
Sulfate —	$BaSO^4$	233	0,0002		i.	
Sulfhydrate —	BaS^2H^2	203	s.	s.	i.	
Oxyde de bismuth.....	Bi^2O^3	464	i.	i.	i.	
Chlorure —	$BiCl^3$	314	i.	i.		s. HCl.
Nitrate —	$Bi(AzO^3)^3$, 5 aq.	486	déc.	déc.		anh. 80°; s. $AzOH^3$.
— basiq. —	$BiAzO^4$	286	i.	déc.	i.	
Phosphate —	$Bi^3P^2O^8$	820	i.	i.	i.	i. AzO^3H.
Sulfate —	$Bi^2(SO^4)^3$	704	s.		i.	
Acide borique........	BoO^3H^3	62	table	219.	b 25	10 s. glycérine.
Oxyde de cadmium...	CdO	128	i.	i.	i.	2 aq. 100°; anh. 260°.
Bromure —	$CdBr^2$, 4 aq.	344	1 06	ts.	30	0,4 s. éther.
Carbonate —	$CdCO^3$	172	i.	i.	i.	

Corps.	Formules.	Poids molée.	Solubilité dans 100 p. Eau froide.	Eau bouill.	Alcool.	Observations.
Chlorure de cadmium.	$CdCl^2$, 2 aq.	219	table	219.	ps.	
Iodure —	CdI^2	366	table	219.	102	32 s. éther.
Nitrate —	$Cd(AzO^3)^2$, 4 aq.	308	ts.	ts.	ts.	f. 60° b. 132°, — 3 aq.
Sulfate —	$CdSO^4$, 8 aq.	768	72	s.	i.	— 5 aq. 100°.
Sulfure —	CdS	144	i.	i.	i.	
Oxyde de calc. (chaux)	CaO	56	hydr.	hydr.	i.	
Hydrate de calcium.	CaH^2O^2	74	0,137	0,075	i.	
Arséniate —	$Ca^3As^2O^8$	398	i.	i.		s. acides.
Arsénite —	$CaHAsO^3$	164	0,03	i.	i.	s. acides et sels amm.
Bromure —	$CaBr^2$	200	140	312	s.	
Carbonate —	$CaCo^3$	100	0,001	0,01	i.	
Chloruré —	$CaCl^2$, 6 aq.	219	table	219.	13 b. 70	anh. 200°.
Fluorure —	$CaFl^2$	78	0,037		i.	
Fluosilicate —	$CaSiFl^6$	182	i. déc.	déc.	s.	s. acides.
Iodure —	CaI^2	294	200	450	s.	
Nitrate —	$Ca(AzO^3)^2$	164	94	300	s.	s. alcool éthéré.
Phosphate bas. de calc.	$Ca^3P^2O^8$	310	i.	i.	i.	s. acides.
— rétrogradé —	$CaHPO^4$, 2 aq.	172	i.	i.	i.	anh. 120°; s. acides et citrate amm.
— acide —	$CaH^4(PO^4)^2$, aq.	252	s.	s.	déc.	
Sulfate de calcium....	$CaSO^4$, 2 aq.	172	table	219.	i.	anh. 170°.
Sulfate de cérium	$Ce^2(SO^4)^3$	564	8,3	0,5	i.	+ 5, 6, 8, 9 ou 12 aq.
Oxyde de chrome.....	$Cr^2O^6H^6$, 4 aq.	279	i.	i.	i.	— 4 aq. 100°; s. ac. et alcalis.
Acide chromique......	CrO^3	100	160	ts.	s. froid.	
— chlorochromique	CrO^2Cl^2	155	déc.	déc.	déc.	liq. b. 118°: s. ac. acét.

Corps.	Formules.	Poids molèc.	Solubilité dans 100 p. Eau froide.	Eau bouill.	Alcool.	Observations.
Chlorure chromeux...	$CrCl^2$	123	ts.	ts.		absorbe l'oxygène.
— chromique..	Cr^2Cl^6, 12 aq.	534	s.	s.	s.	
Sulfate —	$Cr^2(SO^4)^3$, 18 aq.	717	120	ts.	s.	— 12 aq. 100°.
Alun chromico-potassique...	$K^2Cr^2(SO^4)^4$, 24 aq.	999	16	50	i.	
Oxyde de cobalt......	CoO^2H^2	93	i.	i.	i.	anh. 100°.
Peroxyde —	Co^2O^3, 3 aq.	220	i.	i.	i.	— aq. 100°; s. ac.
Arséniate —	$Co^3As^2O^8$, 8 aq.	599	i.	i.	i	
Carbonate —	$CoCO^3$, 6 aq.	227	i.	i.	i.	s. carbonate amm.; — 5 1/3 aq. 25°.
Chlorure —	$CoCl^2$, 6 aq.	238	s.	ts.	s.	— 4 aq. 121°.
Cyanure —	$CoCy^2$	101	i.	i.	i.	s. KCy.
Nitrate —	$Co(AzO^3)^2$, 6 aq.	291	déliq.	ts.	100°	
Nitrite — et potasse	$Co^2K^6(AzO^2)^{12}$, 3 aq.	908	i.	déc.	i.	
Phosphate —	$Co^3P^2O^8$, 2 aq.	403	i.	i.	i.	s. amm. et acides.
Sulfate —	$CoSO^4$, 7 aq.	281	93	65	i.	
Protoxyde de cuivre..	Cu^2O	143	i.	i.	i.	s. amm.
Oxyde cuivrique, hydr.	CuO^2H^2	97	i.	i.	i.	s. hyposulfite Na, anh. 100°.
Bromure —	$CuBr^2$	223	ts.	ts.	s.	
Chlorure cuivreux....	Cu^2Cl^2	198	i	i.	i.	s. HCl, amm., NaCl.
Chlorure cuivrique....	$CuCl^2$, 2 aq.	170	60	ts.	s. h. 100	s. éther.
Nitrate —	$Cu(AzO^3)^2$, 6 aq.	295	ts.	ts.	ts.	
Sulfate —	$CuSO^4$, 5 aq.	249	table	219.	i.	— 4 aq. 100°, anh 240°, 30 s. glyc.
— de cuivre amm.	$CuSO^4$. $4AzH^3$, aq.	245	60	déc.	i.	
Protosulfure de cuivre.	Cu^2S	159	i.	i.	i.	

Corps.	Formules.	Poids molec.	Solubilité dans 100 p. Eau froide.	Eau bouill.	Alcool.	Observations.
Bisulfure de cuivre...	CuS	95	0,0001	i.	i.	
Acide stannique......	SnO^3H^2	168	i.	i.	i.	s. acides.
— métastannique..	$Sn^5O^{11}H^2 + 4$ aq.	540	i.	i.	i.	i. ac. dil.: s. HCl conc.
Protochlorure d'étain.	$SnCl^2$, 2 aq.	225	270	déc.	s.	anh. 100°.
Bichlorure —	$SnCl^4$, 5 aq.	350	ts.	déc.	déc.	anh. table 178.
— d'étain amm.	$(AzH^4)^2SnCl^6$	367	33	déc.		
Protosulfure —	SnS	150	i.	i.	i.	s. HCl conc.
Bisulfure —	SnS^2	182	i.	i.	i.	pp'é s. HCl conc.
Protoxyde de fer hyd.	FeH^2O^2	90	0,0006	déc.	i.	s. amm.
Bromure ferreux......	$FeBr^2$, 6 aq.	324	s.	ts.	s.	
Carbonate —	$FeCO^3$.	116	i.	i.	i.	
Chlorure —	$FeCl^2$, 4 aq.	199	140	ts.	s.	
Iodure —	FeI^2, 4 aq.	382	ts.	déc.	s.	ts glycérine.
Nitrate —	$Fe(AzO^3)^2$, 6 aq.	288	s.	déc.		
Phosphate —	$Fe^3(PO^4)^2$, 8 aq.	502	i.	i.	i.	s. acides.
Sulfate —	$FeSO^4$, 7 aq.	278	table 219.		i.	— 6 aq. 140°; 25 s. gl.
— — amm.	$Fe(AzH^4)^2(SO^4)^2$, 6 aq.	392	17	ts.	i.	56 s. eau à 75°.
Oxyde magnétique....	Fe^3O^4	232	i.	i.	i.	
— ferrique......	Fe^2O^3	160	i.	i.	i.	
Arséniate —	$Fe^2(AsO^4)^2$	390	i.	i.	i.	
Bromure —	Fe^2Br^6	592	s.	s.	s.	
Chlorure —	Fe^2Cl^6, 6 aq.	433	160	ts.	ts.	s. éther et glycérine.
Nitrate —	$Fe^2(AzO^3)^6$, 18 aq.	808	s	s.	s.	
Phosphate —	$Fe^2(PO^4)^2$, 4 aq.	374	i	i.	i.	s. acides.
Pyrophosphate ferriq.	$Fe^4(P^2O^7)^3$, 9 aq.	908	i.	i.		s. acid. et pyrophosphate de sodium.

Corps.	Formules.	Poids molec.	Solubilité dans 100 p — Eau froide.	Solubilité dans 100 p — Eau bouill.	Solubilité dans 100 p — Alcool.	Observations.
Sulfate ferrique.......	$Fe^2(SO^4)^3$, 9 aq.	562	s.	s.	s.	
Alun ferrico-potassique	$Fe^2K^2(SO^4)^4$, 24 aq.	1006	20	ts.	i.	
— ammonique...	$Fe^2(AzH^4)^2(SO^4)^4$, 24 aq.	964	33	ts.	i.	
Acide iodique	IO^3H	176	s.	ts.	s.	
— periodique......	IO^6H^5	228	ts.	ts.		f. 130°.
Hydrate de lithium...	$LiOH$	24	s.	s.	i.	
Bromure — ...	$LiBr$	87	143	270	ts.	
Carbonate — ...	Li^2CO^3	74	0,77	0,78	i.	
Chlorure. — ...	$LiCl$	42	82	146	s.	s. éther.
Iodure — ...	LiI	134	150	480		s. alcool éthéré.
Nitrate — ..	$LiAzO^3$	69	75	226		
Phosphate — ...	Li^3PO^4, aq.	134	0,039		i.	anh. 100°; s. 0,025 eau ammon.
Sulfate — ...	Li^2SO^4, aq.	128	42	36	tps.	
Oxyde de magnésium.	MgO	40	i	i.	i.	
Hydrate —	MgH^2O^2	58	0,02	i.	i.	
Arséniate — amm.	$Mg(AzH^4)AsO^4$, 1/2 aq.	190	0,02	i.	i.	0,006 eau ammon.
Carbonate — bas.	$MgH^2O^2,{}^4MgCO^3$, 6 aq.	502	0,01	0,1	i.	
Chlorure —	$MgCl^2$, 6 aq.	203	160	370	table 219 c.	
Phosphate —	$MgHPO^4$, 7 aq.	246	0,3	déc.		— 4 aq. 100°; an. 176°
— — amm.	$MgAzH^4PO^4$, 6 aq.	245	0,02	i.	i.	i. eau ammon.
Pyrophosphate de mag.	$Mg^2P^2O^7$, 5 aq.	312	i.	i.	i.	s. acides.
Sulfate de magnésium.	$MgSO^4$, 7 aq.	250	table 219.		i.	
Protoxyde de manganèse.	MnO	71	i.	i.	i.	
Sesquioxyde —	Mn^2O^3	158	i.	i.	i.	
Bioxyde —	MnO^2	87	i.	i.	i.	

Corps.	Formules.	Poids molec.	Solubilité dans 100 p. Eau froide.	Eau bouill.	Alcool.	Observations.
Oxyde de mang. interm.	Mn^3O^4	329	i.	i.	i.	
Carbonate de mangan.	$MnCO^3$	115	0,01	i.	i.	
Chlorure —	$MnCl^2$, 4 aq.	198	150	620	200	
Nitrate —	$Mn(AzO^3)^2$, 6 aq.	287	ts.	ts.	s.	
Sulfate —	$MnSO^4$, 4 aq.	223	110	146	i.	plus s. à 60° qu'à 100°
Oxydule de mercure..	Hg^2O	416	i.	i.	i.	
Bromure mercureux..	Hg^2Br^2	560	i.	i.	i.	
Chlorure —	Hg^2Cl^2	471	i.	déc.	i.	i. éther.
Chromate —	$4Hg^2O, 3CrO^3$		i	déc.		
Iodure —	Hg^2I^2	654	0,04		i.	
Nitrate —	$Hg^2(AzO^3)^2$, 2 aq.	560	s.	déc.		
Sulfate —	Hg^2SO^4	496	i.		i.	
Bioxyde (oxyde mercurique).	HgO	216	0,005	ps.		
Bromure —	$HgBr^2$	360	0,4	4	s.	s. éther.
Chlorure mercur. (Sub. Cor.).	$HgCl^2$	271	table 219.		33, b. 90	25 s. éther.
Cyanure —	$HgCy^2$	252	12	53	5, b. 20	27 s. glycérine.
— de merc. et potas.	K^2HgCy^4	382	22		s.	
Iodure —	HgI^2	454	0,6		0,8, b. 8	1,3 s. éther; s. KI, $HgCl^2$, $HgCy^2$, etc.
— — et potass.	$KHgI^3$, I 1/2 aq.	647	s.	déc.	s.	s. éther.
Nitrate mercurique...	$Hg(AzO^3)^2$, 1/2 aq.	333	ts.			
Sulfate —	$HgSO^4$, aq.	314	déc.			anh. 100°.
— — basiq.	$2HgO, HgSO^4$	728	0,005	0,16	i.	
Sulfure —	HgS	232	i.	i.	i.	
Acide molybdique....	MoO^3	144	0,2	0,5	i.	
Chlorure de molybdène	$MoCl^5$	269	s.		s.	

Corps.	Formules.	Poids molèc.	Solubilité dans 100 p. Eau froide.	Eau bouill.	Alcool.	Observations.
Sulfure de molybdène.	MoS^2	160	i.	i	i.	
Oxyde de nickel.....	NiO	75	i.		i.	
Sesquioxyde —	Ni^2O^3, 2 aq.	203	i.		i.	s. ammon. déc.
Chlorure —	$NiCl^2$, 6 aq.	238	50	s.	s.	
Cyanure —	$NiCy^2$, 1 1/2 aq.		i.	i.	i.	s. KCy.
Nitrate —	$Ni(AzO^3)^2$, 6 aq.	291	50	ts.	s.	
Phosphate —	$Ni^3P^2O^8$, 7 aq.	493	i.	i.	i.	s. acides.
Sulfate —	$NiSO^4$, 7 aq.	281	68	ts.	i.	— 4 aq. 100°.
— — amm.	$(AzH^4)^2Ni(SO^4)^2$, 6 aq.	395	8	40	i.	i. sol. sal. sulf. amm.
Peroxyde d'or hydr...	AuO^3H^3	247	i.	i.	i.	anh. air sec.
Perchlorure d'or neutre	$AuCl^3$	303	s.	s.	s.	
— — acide.	$AuCl^4H$, 3 aq.	393	s.	s.	s.	s. éther.
— — et pot.	$AuKCl^4$, 2 aq.	413	ts.	ts.	s.	
— — et sod.	$AuNaCl^4$, 2 aq.	397	s.	s.	s.	
Protocyanure d'or....	$AuCy$	222	i.	i.	i.	
— d'or et potas.	$AuKCy^2$	287	14	200	ps.	
Percyanure d'or acide.	$AuCy^4H$, 6 aq.	409	ts.	ts.	ts.	ts. éther ; f. 50°.
— — et pot.	$AuKCy^4$	339	ts.	ts.	i.	
Acide osmique.......	OsO^4	263	s.		s. déc.	volatil.
Chlorure de palladium	$PdCl^2$, 2 aq.	213	s.	ts.	s.	
Iodure —	PdI^2	360	i.	i.	i.	ps. ac. iodhydrique.
Acide phosphoreux....	H^3PO^3	82	ts.	ts.	s.	
Anhydr. phosphorique.	P^2O^5	142	déc.	déc.	déc.	
Acide —	PO^4H^3	98	ts.	ts.	ts.	
Tribrom. de phosphore	PBr^3	271	déc.		déc.	b. 175°3.
Oxybromure —	$POBr^3$	287	déc.		déc.	f. 45° ; b. 193°.

Corps.	Formules.	Poids molèc.	Solubilité dans 100 p. — Eau froide.	Eau bouill.	Alcool.	Observations.
Trichlorure de phosphore.	PCl^3	137	déc.		déc.	b. $78^{0}5$.
Oxychlorure —	$POCl^3$	153	déc.		déc.	b. 110^{0}.
Pentachlorure —	PCl^5	208	déc.		déc.	f. b. 148^{0}.
Triiodure —	PI^3	412	déc.		déc.	f. 55^{0}.
Iodure de phosphonium	PH^4I	162	déc.			
Protochlorure de platine.	$PtCl^2$	268	i.			s. HCl.
Bichlorure —	$PtCl^4$	339	ts.	ts.	ts.	ts. alcool éthéré.
Chlorure de platine et sodium.	Na^2PtCl^6, 6 aq.	564	ts.	ts.	ts.	
— — potass.	K^2PtCl^6	488	0,93	5,3	0,0085	
— — amm.	$(AzH^4)^2PtCl^6$	446	0,67	1,25	0,004	
— — césium	Cs^2PtCl^6	605	0,07	0,38		
— — rubid.	Rb^2PtCl^6	510	0,13	0,64		
— — thall.	Tl^2PtCl^6	747	0,006	0,051	i.	
Cyanure de platine. .	$PtCy^2$	245	i.	i.		i. acides et alcalis.
Platinocyanure d'ammon.	$(AzH^4)^2PtCy^4$, 2 aq.	369	100		ts.	anh. 150^{0}.
— de baryum....	$BaPtCy^4$, 4 aq.	510	3	ts.		
— de césium	$CaPtCy^4$, 5 aq.	428	ts.			anh. 140^{0}.
— de cérium.....	$CePtCy^4$, 6 aq.	547	s.		s.	— 3 aq. air sec.
— de magnésium.	$MgPtCy^4$, 7 aq.	448	ts.		s.	s. alc. éth. ; — 1 aq. 50^{0} ; — 4 aq. 212^{0}.
— de potasse	K^2PtCy^4, 3 aq.	430	s.	ts.	s.	
— de potasse et sodium.	$KNaPtCy^4$, 6 aq.	468	s.			
Platinocyan. de sodium	Na^2PtCy^4, n. aq.	342	s.			
— de strontium	$SrPtCy^4$, 5 aq.	475	s.			anh. 150^{0}.
Protoxyde de plomb..	PbO	223	i.	i.	i.	

Corps.	Formules.	Poids molée.	Solubilité dans 100 p. Eau froide.	Eau bouill.	Alcool.	Observations.
Bioxyde de plomb....	PbO^2	239	i.	i.		
Sesquiox. de pl. (minium).	Pb^2O^3	462	i.	i.		
Bromure de plomb...	$PbBr^2$	367	ps.	s.		s. acides dilués.
Carbonate —	$PbCO^3$	267	i.	i.	i.	s. sels ammon.
Chlorate —	$Pb(ClO^3)^2$, aq.	392	s.	ts.	s.	
Chlorure —	$PbCl^2$	278	0,6	5	0,5	s. HCl.
Chromate —	$PbCrO^4$	323	i.	i.	i.	ts. potasse.
Fluorure —	$PbFl^2$	245	i.		i.	s. acides.
Iodure —	PbI^2	461	0,08	0,5	0,02	
Nitrate —	$Pb(AzO^3)^2$	331	table 219.			
Nitrite de plomb basiq.	$Pb(AzO^2)^2$, 3PbO	968	0,7	3		s. acides.
Phosphate —	$Pb^3(PO^4)^2$, 3 aq.	865	i.	i.	i.	
Sulfate —	$PbSO^4$	303	0,005	i.	i.	s. tartr. amm.; 0,003 s. ac. sulfur. dilué.
Sulfure —	PbS	239	i.	i.	i.	
Oxyde de potassium	K^2O	94	déc.	déc.	déc.	
Hydrate —	KHO	56	200	ts.	ts.	ts. glycérine.
Arséniate —	K^3AsO^4	256	dél.	ts.	4	50 s. glycérine.
Arsénite —	K^2AsO^3H	202	ts.	ts.		
Bromate —	$KBrO^3$	167	7	50	ps.	
Bromure —	KBr	119	table 219.		0,5; b. 7	0,02 s. éther.
Carbonate —	K^2CO^3	138	table 219.		i.	
Bicarbonate —	$KHCO^3$	100	table 219.		i.	
Chlorate —	$KClO^3$	122	table 219.		0,8	3,5 s. glycérine.
Chlorure —	KCl	74	table 219.		table 173.	
Chromate —	K^2CrO^4	194	table 219.		i.	

Corps.	Formules.	Poids molèc.	Solubilité dans 100 p. — Eau froide.	Solubilité dans 100 p. — Eau bouill.	Solubilité dans 100 p. — Alcool.	Observations.
Bichromate de potassium	$K^2Cr^2O^7$	294	table	219.	déc.	
Cobalticyanure —	$K^6Co^2Cy^{12}$	63[illegible]	ps.		i.	
Cyanate —	$KCyO$	84	s.		ps.	
Cyanure —	KCy	65	s.	122	1,2	s. alcool aqueux.
Ferricyanure —	$K^6Fe^2Cy^{12}$	658	36	775	i.	ps. alcool aqueux.
Ferrocyanure —	K^4FeCy^6, 3 aq.	422	26	50	i.	
Fluoborate —	$KBoFl^4$	126	1,4	s.	i.; b. s.	
Fluosilicate —		220	0,13	0,66	i.	i. HCl.
Fluorure —	KFl, 2 aq.	94	s.	ts.	tps.	attaque le verre.
Iodate —	KIO^3	214	8	32	i.	
Iodure —	KI	166	table	219.	1,5	40 s. gl.; 0,3 s. éther.
Manganate —	K^2MnO^4	197	s.	s.	déc.	
Nitrate —	$KAzO^3$	101	table	219.	i. b. 2	
Nitrite —	$KAzO^2$	85	dél.	ts.	s.	
Perchlorate —	$KClO^4$	138	1,5	22	i.	
Periodate —	KIO^4	230	0,3			
Permanganate —	$K^2Mn^2O^8$	316	6,3	s.	déc.	
Phosphate — bib.	K^2HPO^4	174	ts.		i.	
Pyroantimoniate de pot.	$K^2H^2Sb^2O^7$, 7 aq.	562	ps.	déc.	i.	50 ts. eau.
Pyrophosphate —	$K^4P^2O^7$, 3 aq.	384	ts.	ts.	i.	— aq. 100°, anh. 300°
Pyrosulfate —	$K^2S^2O^7$	254	33	100	déc.	
Silicate —	K^2SiO^3	154	s.	s.	i.	
Sulfate —	K^2SO^4	174	table	219.	i.	
Bisulfate —	$KHSO^4$	136	50	110	i. déc.	
Sulfhydrate —	KHS, 1/2 aq.	81	s.	ts.	s.	
Sulfite —	K^2SO^3	158	100	ts.	i.	

Corps.	Formules.	Poids molec.	Solubilité dans 100 p. Eau froide.	Eau bouill.	Alcool.	Observations.
Bisulfite de potassium.	$KHSO^3$	120	s.	s.	i.	
Sulfocyanure —	KCyS	97	130	ts.	s.	f. 161°.
Sulfure —	K^2S	110	ts.	ts.	s.	
Pentasulfure —	K^2S^5	238	s.	s.	s.	
Tungstate —	K^2TuO^4, (1, 2 ou 5) aq.	326	s.	s.	i.	
Bitungstate —	$5K^2O$, $12TuO^3$, 11 aq.		1,4	12	i.	
Vanadate —	KVO^3	138	ps.	ts.	i.	ps. KHO étendu.
Acide sélénieux.......	SeO^2	111	ts.	ts.		
— sélénique.......	H^2SeO^4	145	s.	s.		
Silice...............	SiO^2	60	i.	i.	i.	
Hydrate de sodium...	NaHO	40	60	250	s.	i. éther, ts. glycérine.
Arséniate —	Na^3AsO^4, 12 aq.	438	28	ts.	1,8	50 s. glycérine.
Arsénite —	Na^2HAsO^3	170	ts.	ts.		
Borate —	$Na^2B^4O^7$, 10 aq.	382	table	170.	ps.	60 s. glycérine.
Bromate —	$NaBrO^3$	151	38	90		
Bromure —	NaBr, 4 aq.	175	table	170.	6	0,08 s. éther.
Carbonate — anh.	Na^2CO^3	106	15	48	i.	
— — crist.	Na^2CO^3, 10 aq.	286	table	170.	i.	98 s. glycérine.
Bicarbonate —	$NaHCO^3$	84	table	170.	i.	8 s. glycérine.
Chlorate —	$NaClO^3$	107	99	204	3	
Chlorure —	NaCl	58	table	170.	i.	20 s. glycérine.
Chromate —	Na^2CrO^4, 10 aq.	312	s.	s.		
Bichromate —	$Na^2Cr^2O^7$, 2 aq.	299	s.	s.		
Ferrocyanure —	Na^4FeCy^6, 12 aq.	520	22	ts.	i.	
Ferricyanure —	$Na^6Fe^2Cy^{12}$, 2 aq.	598	18	80	s.	
Fluosilicate —	Na^2SiFl^6	188	ps.	ps.	i.	

Corps.	Formules.	Poids molèc.	Solubilité dans 100 p. Eau froide.	Eau bouill.	Alcool.	Observations.
Hydrosulfite de sodium	$NaHSO^2$	88	s.	s.	i.	
Hypophosphite —	NaH^2PO^2	88	dél.	ts.	s.	
Hyposulfite —	$Na^2S^2O^3$, 5 aq.	248	table	219.	i.	f. 48°.
Iodate —	$NaIO^3$	198	9	34	i.	
Iodure —	NaI. 4 aq.	222	180	310	8	
Métaphosphate —	$NaPO^3$. 2 aq.	148	22	déc.	i.	
Nitrate —	$NaAzO^3$	85	table	219.	i.	
Nitrite —	$NaAzO^2$	69	ts.	ts.	s.	
Nitroprussiate —	$Na^4Fe^2Cy^{10}(AzO^2)^2$, 4 aq.	508	40	ts.	ps.	
Perchlorate —	$NaClO^4$	122	dél.	ts.	ts.	
Periodate de sod. basiq.	$Na^4I^2O^9$, 3 aq.	542	i.	ps.	i.	s. acides.
Phosphate — bibas.	Na^2HPO^4, 12 aq.	358	15	260	i.	anh. 100°.
— — tribas.	Na^3PO^4, 12 aq.	380	20	250	i.	f. 77°.
— —ammon.	$(AzH^4)NaHPO^4$, 4 aq.	209	16	100	i.	
Pyroantimoniate de sodium (sel Fremy)....	$Na^2H^2Sb^2O^7$, aq.	512	tps.	tps.	i.	
Pyrophosphate de sod.	$Na^4P^2O^7$, 10 aq.	446	7	93		
Pyrosulfate —	$Na^2S^2O^7$	222	ts.	ts.	i.	
Silicate —	Na^2SiO^3, 6 aq.	230	s.	s.	i.	
Stannate —	Na^2SnO^3, 3 aq.	266	103	ts.	i.	
Sulfate —	Na^2SO^4, 10 aq.	322	table	219.	i.	
Bisulfate —	$NaHSO^4$	120	déc.	déc.	déc.	
Sulfoantimoniate —	Na^3SbS^4, 9 aq.	481	ts.			
Sulfite —	Na^2SO^3, 7 aq.	252	25	100	i.	anh. 130°; ps. $NaHSO^3$
Bisulfite —	$NaHSO^3$	104	ts.	ts.	i.	
Sulfure —	Na^2S	78	ts.	ts.	s.	ts. glycérine.

Corps.	Formules.	Poids molèc.	Solubilité dans 100 p. Eau froide.	Eau bouill.	Alcool.	Observations.
Sulfure de sodium tétra.	Na^2S^4	174	s.	s.	ps.	
Tungstate —	Na^2TuO^4, 2 aq.	330	55	124		
Anhydride sulfurique	SO^3	80	déc.		déc.	
Acide —	H^2SO^4	98	∞	∞	déc.	
— pyrosulfurique...	$H^2S^2O^7$	178	déc.		déc.	
— nitrososulfurique..	$(AzO)HSO^4$	127	déc.		déc.	
Oxyde de strontium...	SrO	103	déc.			
Hydrate — (strontiane)	SrH^2O^2, 8 aq.	265	table 219.			
Bromure de strontium.	$SrBr^2$, 6 aq.	355	100	250	s.	
Carbonate —	$SrCO^3$	147	0,0046	0,005		
Chlorure —	$SrCl^2$, 6 aq.	266	table 219.		table 173.	
Fluosilicate —	$SrSiFl^6$, 2 aq.	265	s.	ts.		
Iodure —	SrI^2, 6 aq.	449	180	370	s.	
Nitrate —	$Sr(AzO^3)^2$	211	table 219.		i.	i. alcool éthéré.
Sulfate —	$SrSO^4$	183	0,01	0,026	i.	i. H^2SO^4 dilué ; ps. HCl et AzO^3H dilué.
Sulfure —	SrS	119	déc.		s.	
Oxydule de thallium.	Tl^2O	424	ps.		s.	
Oxyde —	Tl^2O^3	456	i.			
Protochlorure —	TlCl	239	0.35	1,5	i.	
Perchlorure —	$TlCl^3$ + aq.	310	déc.			déc. 60°.
Iodure —	TlI	331	0,022	0,12	0,002	i. KI.
Phosphate —	Tl^3PO^4	711	0,5	0,67	i.	
Sulfate —	Tl^2SO^4	504	4.8	19,2		
Acide titanique.......	TiO^2	82	i.	i.		s. H^2SO^4 bouillant.
— tungstique ...	TuO^3	232	i.	i.		s. alcalis.

Corps.	Formules	Poids molèc.	Solubilité dans 100 p. Eau froide.	Eau bouill.	Alcool.	Observations.
Oxyde d'urane.......	U^2O^3	288	i.	i.		
Perchlorure d'urane...	U^2Cl^5	427	s.			
Oxychlorure —	$UOCl$, 1/2 aq.	180	s.	ts.	s.	s. éther,
Nitrate —	$UAzO^4$, 3 aq.	252	265	ts.	33,3	s. éther.
Phosphate d'ur. analyt.	$(UO)^2AzH^4PO^4$, *n*. aq.	385	i.	i.	i.	i. acétate d'amm.
Pyrophosphate d'urane	$(UO)^4P^2O^7$	720	i.	i.	i.	
Sulfate —	$(UO)^2SO^4$, 3 aq.	420	216	360	4; b. 5	
Acide vanadique... ..	V^2O^5	182	0.1	ps.		
Chlorure de vanadium.	VCl^4	193	s.		déc.	liq. b. 154°.
Oxyde de zinc.......	ZnO	81	i.	i.	i.	
Bromure —	$ZnBr^2$	225	320	ts.	s.	s. éther.
Carbonate —	$ZnCO^3$, aq.	143	0,005	i.	i.	
— — basiq.	$Zn^5(H^2O^2)^3(CO^3)^2$	539	0,002	déc.	i.	
Chlorure —	$ZnCl^2$	136	300	ts.	100	50 s. glyc.; s. éther.
Iodure —	ZnI^2	319	dél.	ts.	s.	40 s. glycérine.
Nitrate —	$Zn(AzO^3)^2$, 6 aq.	297	dél.	ts.	s.	
Sulfate —	$ZnSO^4$, 7 aq.	287	table	219.	i.	35 s. glycérine.
Sulfure —	ZnS	97	i.	i.	i.	
Bromure de cadm. et d'ammon.	$2AzH^4Br,CdBr^2$. aq.		130	ts.	18	0,4 s. éther.
— et de sodium.	$2NaBr,2CdBr$, 5 aq.		96	ts.	27	0,5 s. éther.
— et de potassium	$KBr,CdBr^2$, aq.		114	ts.	déc.	
Iodure de cadm. et d'ammon.	$2AzH^4I,2CdI^2$, aq.		110	ts.	114	4 s. éther.
— —	$2AzH^4I,CdI^2$, 2 aq.		174	ts.	142	11 s. éther.
— et de potassium	$2KI,CdI^2$, 2 aq.		137	ts.	79	4 s. éther.
— et de sodium.	$2NaI,CdI^2$, 6 aq.		160	ts.	118	10 s. éther.

185. Tableau

Composition et caractères des

Noms. (1)	Composition et caractères extérieurs. (2)	
Acerdèse	$Mn^2O^3 H^2O$ — Gris d'acier foncé. N.	a
Actinote	Amphibole verte. $RO,SiO^2 (R = Mg, Ca, Fe)$.	b
Adamine	$4ZnO As^2O^5 H^2O$, JV, Tp.	c
Adulaire	Orthose. $K^2O,Al^2O^3,6SiO^2$ — Tp, Tl; I, gris.	d
Agate	SiO^2. Concrétionnée — Ti; R, N, I, gris, V.	e
Aimant	Magnétite. Fe^3O^4 — N métallique.	f
Alabandine	MnS. N gris.	g
Albâtre	Gypse ou calcaire translucide.	h
Albite	$Na^2O, Al^2O^3, 6SiO^2$ — Tl; I, gris.	i
Allemontite	$Sb.As^3$, gris métallique.	j
Almandin	$3FeO, Al^2O^3, 3SiO^2$ — Tp; R, RBr.	k
Aluminite	$Al^2O^3, SO^3, 9H^2O$, I, blanc.	l
Alun	$K^2O.Al^2O^3, 4SO^3, 24H^2O$ — Tp; I.	m
Alunite	$3Al^2O^3,K^2O,4SO^3,6H^2O$ — Tl; I, J.	n
Alunogène	$Al^2O^3,SO^3,18H^2O$ — Tl; I, J.	o
Ambre	Voyez *Succin*.	p
Amiante	Amphibole blanche souvent altérée — I, J, V.	q
Amphibole blanc	$RO,SiO^2 (R = Ca,Mg,Fe)$ — Tl; I, gris V.	r
— noire.	Hornblende. (R = Fe,Ca,Mg). — N, V foncé.	s
Amphigène	$K^2O, Al^2O^3, 4SiO^2$ — Tl, I, gris J.	t
Analcime	$Na^2O, Al^2O^3, 4SiO^2, 2H^2O$ — Tp, Tl; I, Rose.	u
Anatase	TiO^2 — Br, Bl métallique; parfois Tp, I.	v
Andalousite	Al^2O^3, SiO^2 — Gris rosé, Br, parfois Tp; V.	x
Andésine	$(CaNa^2)O,Al^2O^3, 4SiO^2$ — Tl; I, J, V.	y
Anglésite	PbO, SO^3 — Tp, I très vif éclat; J,V.	z

(1) Nomenclature française (Dufrénoy, Delafosse, Descloizeaux).

(2) Poids atomiques modernes. Formules dualistiques. Tp = Transparent, Tl = Translucide, N = Noir, I = Incolore ou blanc, R = Rouge, Bl = Bleu, J = Jaune, Br = Brun, V = Vert.

(3) L'échelle de dureté comprend 10 termes, dont chacun raye tous les précédents. Ce sont : 1 *Talc*, 2 *Gypse*, 3 *Calcite*, 4 *Fluorine*, 5 *Apatite*, 6 *Orthose*, 7 *Quartz*, 8 *Topaze*, 9 *Corindon*, 10 *Diamant*.

(4) L'échelle de fusibilité comprend 6 termes, qui sont : 1 *Stibine*, 2 *Mésotype* (fondent dans la flamme de la bougie en assez gros morceaux), 3 *Grenat almandin* (fond en assez gros éclats à la flamme du chalumeau), 4 *Amphibole actinote*, 5 *Orthose adulaire* (ne fondent qu'en écailles très minces et à la par-

minéralogique.

principales espèces minérales.

	Densité.	Dureté. (3)	Fusibilité. (4)	Solubilité. (5)	Forme cristalline. (6)
a	4,2—4,34	3,5—4	I	S	III *mg*[1]
b	3—3,3	5—5,5	4b	I	IV
c	4,33	3,5	Fus C	S	III *ma*[1]
d	2,5—2,59	6	5	I	IV m*g*[1]*p*
e	2,5—2,8	7	I	I	VI O
f	5—5,2	5,5—6,5	6	S	I *a*[1]
g	3,9—4,08	3,5—4	I	S	I *pa*[1]
h					
i	2,5—2,64	6—6,5	4b	I	V, *g*[1]*p*mta[3]
j	6,20	3,5	Fus	S	VI
k	3,5—4,3	7—7,5	3	diff S	I b[1]a[2]
l	1,66	1,2	I	S	IV
m	1,9	2—2,5	1 puis I	SS	I *a*[1]*p*
n	2,77—2,80	3,5—4	I	très peu S	VI r
o	1,6—1,8	1,5—2	2 puis I	SS	?
p					
q	2,9—3,2	5,5	4	I	IV
r	2,9—3,2	5,5	4	I	IV *mg*[1]p
s	3—3,4	5,5	4	très peu S	IV *mg*[1]pb $^1/_2$
t	2,45—2,5	5,5—6	I	S	I a[2]
u	2,29	5,5	2,5	S, Gél	I a[2]p
v	3,8—3,95	5—5,6	I	I	II *b*[1]*p*
x	3,2	7,5	I	I	III *mp*
y	2,65—2,74	5—6	4	Inc et dif S	V *pg*[1]m
z	6,3	3	3	I	III m*p*a[2]

tie la plus chaude du dard du chalumeau), 6 *Bronzite* (le bord des écailles les plus minces ne fait que s'arrondir). I = Infusible, *b* = en bouillonnant, Inc = Incomplètement, F = Fusible, C = Sur le charbon.

(5) I = Insoluble et inattaquable dans les acides (HCl), S = Soluble ou attaquable dans les acides, Gel = fait gelée, Nitr = Acide nitrique, SS = Soluble dans l'eau.

(6) I = Cubique, II = Quadratique, III = Orthorhombique, IV = Clinorhombique, V = Anorthique, VI = Hexagonal ou rhomboédrique, O = Amorphe. Quelques faces importantes sont indiquées, avec la notation française; les faces *en italique* sont celles de clivage : Forme *primitive* *p*, *m*, *t* (*r* = Rhomboèdre); modification sur les angles a^x, e^x, i^x, o^x ; sur les arêtes $b^x, d^x, g^x, h^x, c^x, f^x$.

Noms.	Composition et caractères extérieurs.	
Anhydrite	CaO, SO^3 — Tp, Tl; I, gris Bl, R.	a
Anorthite	CaO, Al^2O^3, $2SiO^2$ — Tp, Tl; I.	b
Anorthose	$(K, Na)^2O$, Al^2O^3, $6SiO^2$.	c
Anthophyllite	(MgFe)OSiO^2 — Br.	d
Anthracite	C 90 %. N. Éclat semi-métallique.	e
Antimoine	— sulfuré, voyez *Stibine*.	f
Apatite	$P^3Ca^5FlO^{12}$ — Tl; I, V, Bl, J; parfois Tp.	g
Apophyllite	$Ca^4KH^{10}Si^8FlO^{28}$ — Tp; I parfois rosé.	h
Aragonite	CaO, CO^2. — Tp, Tl, I, J, V, rosé.	i
Argent	Ag — Gris, Jaunâtre, Métallique.	j
	Argent rouge = *Argyrythrose*.	
	— muriaté = *Cérargyre*.	
Argiles	Al^2O^3 : 25 à 39 %; SiO^2 : 25 à 65; H^2O : 10 à 30.	k
Argyrodite	3AgS, GeS^2, gris métallique.	l
Argyrose	Ag^2S — N gris métallique.	m
Argyrythrose	Argent rouge. Ag^3SbS^3 — R foncé métallique. Tp	n
Arsenic	— sulfuré J = *Orpiment*; — R = *Réalgar*.	o
Arsénolite	As^2O^3 — Tl. I. jaune.	p
Asphalte	C : 76 % — Brun noir.	q
Atacamite	$CuCl^2 3Cu(OH)^2$ — Tl,V	r
Augite	Pyroxène. (Ca, Mg, Fe) O SiO^2 — Op. Tl; N,V foncé.	s
Axinite	Silicoborate de Ca, Al, etc. — Tp; I, Br, Violet.	t
Azurite	3CuO, $2CO^2$, H^2O — Tl; B.	u
Barytine	BaO, SO^3. — Tp. Tl; I, J, Br.	v
Bauxite	Al^2O^3, $2H^2O$ avec fer.	x
Berthierite	FeS, Sb^2S^3. N gris métallique.	y
Béryl	Voyez *Émeraude*.	z
Berzeline	Cu^2Se, I, gris métallique.	a
Binnite	Tennantite de Binnen.	b
Biotite	2(Mg, $K^2Al^2/_3$)O, SiO^2 — Tp, V, J de miel, N.	c
Bismuth	Bi. — Gris, Blanc d'argent rougeâtre.	d
Bismuthine	Bi^2S^3 — Gris métallique.	e
Bitume	Voyez *Asphalte*.	f
Blende	ZnS — Tp, Tl, J, Br. Verdâtre.	g
Bol	Argile très ferrugineuse — Br, J.	h
Boracite	$Mg^7Bo^{16}O^{30}Cl^2$ — Tp, Tl; I, gris.	i
Borax	$Bo^4Na^2O^7$, $10H^2O$ — Tp, I.	j
Boulangérite	3PbS, Sb^2S^3 — Gris de plomb.	k
Bournonite	Sb^2S^3, 2PbS, Cu^2S — Gris métallique.	l
Braunite	Mn^2O^3 — Gris noirâtre.	m
Brochantite	4CuO, SO^3, $3H^2O$ — Tl; V.	n

	Densité.	Dureté.	Fusibilité.	Solubilité.	Forme cristalline.
a	2,98	3—3,5	3	S	III pg^1h^1
b	2,7—2,75	6	3	S	V $pmtg^1$
c	2,57—2,60	6	5	dif S	V
d	3.2	5,5	6	I	III g^1
e	1,14—1,75	2—2,5	I	I	O
f					
g	3,2—3,25	5	4—5	S	VI mp
h	2,3—2,4	4,5—5	1,5	S ; SiO^2 pulv	II a^1pm
i	2,95	3,5	I	S	III mg^1e^1
j	10—11,1	2,5—3	Fus	S. Nitr	I pa^1
k	1,7—2,2	—	I	dif. S. Gél	O
l	6,08—6,11	2,5	Fus C	S. Nitr	V ph^1m
m	7,36	2	3	S. Nitr	I pa^1
n	5,7—5,85	2—2,5	2	S. Nitr	VI rd^1b^1
o					
p	3,7	3	Volat	S	I a^1
q	1 à 1,7	1—2	vers 100	I	O
r	3,75—3,77	3—3,5	Fus C	S	III me^1
s	3,3—3,4	6	3	à peine S	IV $mh^1g^1b^1/_2$
t	3,3	6,5—7	2, se gonfle	I	V pmt
u	3,5—3,8	3,5—4	2	S	IV $pme^1/_2$
v	4,35—4,71	3—3,5	3	I	III mpa^2
x	2,53	friable	I	diff S	O
y	4—4,3	2—3	Fus	S	? fibreux
z					
a	6,71	friable	Fus C	S	O
b					
c	2.7—3,1	2,5—3	5	S. Sulf	III p
d	9,73	2—2,5	1	S. Nitr	VI ra^1e^1
e	6,4—6,5	2	1	S. Nitr	III aciculaire
f					
g	3,9—4.2	3,5	5—6	S	I a^1b^1
h	1,6—2,2	—	I	S en partie	O
i	2.9—2,97	6,5—7	2, Crist	S. Nitr	I b^1pa^1
j	1,71	2—2,5	2	SS	IV mh^1p
k	5,8—6	3	Fus C	S. Nitr	—
l	5,7—5,87	2,5—4	Fus C	S. Nitr	III g^1h^1p
m	4,7—4,82	6.5	I	S	II b^1p
n	3,90	3,5—4	Fus	S	III pma^1

Noms.	Composition et caractères extérieurs.	
Brŏggerite	Variété d'uranite avec He.	a
Bronzite	MgO, SiO^{2} — Tl, Br. J verdâtre.	b
Brookite	TiO^{2} — Tl ou Op, Br. vif éclat.	c
Brucite	$MgO, H^{2}O$ — Tp, Tl; I, Gris-verdâtre.	d
Bruthamptite	NiSb — R, brun métallique.	e
Bytownite	Variété d'anorthite.	f
Calaïte	Voyez *Turquoise*.	g
Calamine	$SiO^{2}, 2ZnO, H^{2}O$ — Tp, Tl; I, J, Bl.	h
	Calamine (Delafosse), voyez *Smithsonite*.	
Calcédoine	SiO^{2} — Silice cryptocristalline.	i
Calcite	Calcaire. CaO, CO^{2} — Tp, Tl; I, J, Br, N etc.	j
Cancrinite	Voyez *Néphéline*.	k
Carnallite	$KCl, MgCl^{2}, 6H^{2}O$ — Tl, Tp; I, R.	l
Cassitérite	SnO^{2} — Tp, Tl, Op; Brun clair à N.	m
Castor	Pétalite de l'île d'Elbe.	n
Célestine	SrO, SO^{3} — Tp, Tl; I, Bl, R.	o
Cérargyre	Kérargyre. AgCl — Gris violacé.	p
Cérite	$SiO^{2}, 2(Ce, La, Di)O, H^{2}O$ — Sub.-Tl; Br R.	q
Cérusite	PbO, CO^{2} — Tp; I, Tl; J, V, Bl, N.	r
Chabasie	$CaO, Al^{2}O^{3}, 4SiO^{2}, 6H^{2}O$ — Tp; I, Rosé.	s
Chalcopyrite	Pyrite de cuivre. $CuFeS^{2}$ — J. d'or foncé.	t
Chalcosine	$Cu^{2}S$ — Noir de fer, éclat métallique faible.	u
Chaux	Chaux carbonatée = *Calcite*.	v
	— fluatée = *Fluorine*.	
	— phosphatée = *Apatite*.	
	— sulfatée = *Gypse*.	
Chessylite	Voyez *Azurite*.	x
Chiastolite	Voyez *Andalousite*.	y
Chloanthite	$NiAs^{2}$ — Gris mét. — Enduit vert.	z
Chlorite	Voyez *Pennine, Clinochlore, Ripidolithe*.	a
Chloritoïde	$(FeMg)O, Al^{2}O^{3}, SiO^{2}, H^{2}O$ — V, gris.	b
Chromite	Fer chromé, $FeCr^{2}O^{4}$ — N métallique.	c
Christianite	$Al^{2}O^{3}, (CaK^{2})O, 4SiO^{2}, 5H^{2}O$ — Tl; I, J, Gris.	d
Cinabre	HgS. — Tp; R foncé.	e
Clausthalite	PbSe — Gris métallique.	f
Clévéite	Variété d'uranite riche en UO^{3} et en *Hélium*.	g
Clinochlore	$8MgO, Al^{2}O^{3}, 5SiO^{2}, 7H^{2}O$ — Tp, Tl; V.	h
Clintonite	Voyez *Margarite, Scybertite, Chloritoïde*.	i
Cobaltine	Cobalt gris. CoAsS — Gris métallique rosé.	j
Cordiérite	$2MgO, 2Al^{2}O^{3}, 5SiO^{2}$ — Tp, Tl; gris Bl, Br.	k
Corindon	Saphir. $Al^{2}O^{3}$ — Tp, Tl; Bl, J, R, V, Br.	l

	Densité.	Dureté.	Fusibilité.	Solubilité.	Forme cristalline.
a					
b	3,12—3,75	5—6	6	I	III g^1mh^1
c	4,12—4,17	5,5—6	I	I	III mb^1
d	2,35	1,5	•I	S	VI ra^1
e	7,54	5,5	Fus C	S	IV
f	2,59				
g					
h	3,3—3,5	5	6	S Gél	III mg^1p
i	2,59—2,54	6,5—7	1	I	concrétionnée
j	2,723	3	I	S	VI re^1d^2
k					
l	1,618	»	2	SS	III p
m	6,96	6—7	I	I	II $h^1b^1a^1$
n					
o	3,96	3—3,5	3	I	III me^1p
p	5,35	1	1	I	I pa^1
q	4,9—5	5,5	I	S Gél	I?
r	6,5	3,5	Fus	S Nitr	III mg^1p
s	2,08—2,17	4—4,5	3b	S	IV ra^1
t	4,1—4,3	3,5—4	Fus C	S Nitr	II a^1b^1
u	5,5—5,8	2,5—3	2b	S Nitr	III mg^1p
v					
x					
y					
z	6,4—6,5	5,5—6	Fus C	S Nitr	
a					
b	3,52—3,57	6,5	I	Inc. S	IV
c	4,3—4,5	5,5	I	I	I a^1
d	2,17—2,20	4,5	3	S Gél	III g^1pa^1
e	8—8,2	2—2,5	Volat	I	VI ra^1
f	7,6—8,8	2,5	Fus C	S Nitr	I
g	7,49	5,5	I ou 6	S Nitr	I pa^1b^1
h	2,65—2,77	2—3	5	diff S	IV pmg^1
i	>3,5	4—7			
j	6—6,3	5,5	Fus C	S Nitr	I pb^2
k	2,6—2,69	7—7,5	5	presqu I	III g^1mp
l	3,9—4,16	9	I	I	VI pd^1a^1

Noms.	Composition et caractéres extérieurs.	
Cornaline	Calcédoine rouge.	a
Couzéranite	$(CaK^2Na^2)O$, Al^2O^3, $2SiO^2$ — Tl; Gr. V, N.	b
Covelline.......	CuS — Bl. foncé.	c
Crocidolite	Amphibole fibreuse, reflets irisés.	d
Crocoïse	PbO, CrO^3 — Tp, R.	e
Cronstedtite	Chloromélane. Hydrosilicate de Fe, Mg, Mn — N.	f
Cryolithe.......	Al^2Fl^6, 6NaFl — Tp, Tl; I, gris.	g
Cuivre.........	Cu — Br métallique.	h
	Cuivre gris = *Panabase.*	
	— gris arsenical = *Tennantite.*	
	— oxydulé = *Cuprite.*	
	— panaché = *Phillipsite.*	
	— pyriteux = *Chalcopyrite.*	
Cuprite	Cu^2O — Tl; R foncé.	i
Cymophane.....	GlO, Al^2O^3 — Tl, V, éclat vitreux.	j
Datholite	2CaO, $2SiO^2$, Bo^2O^3, H^2O — Tp, Tl; I, V.	k
Diallage........	Pyroxène. (Ca, Mg, Fe)O, SiO^2 — Tl, Gris-br.	l
Diallogite	MnO, CO^2 — Tl; Rose, Br.	m
Diamant........	C — Tp, I, Rosé, J... N.	n
Diaspore	Al^2O^3, H^2O — Tl; Gris V, J, Rosé.	o
Diopside	Pyroxène. (CaMg)O, SiO^2 Tp, Tl, I, V, J.	p
Dioptase	CuO, SiO^2, H^2O — Tp, V.	q
Dipyre.........	$(CaNa^2)O$, $2(Al^2/_3)O$, $3SiO^2$ — Tp, Tl; I, J, V.	r
Disthène	Al^2O^3, SiO^2 — Tp, Tl; T, Gris-bl.	s
Dolomie........	CaO, MgO, $2CO^2$ — Tl; I, Gris, J, Rosé.	t
Dorneykite	Cu^3As — I, éclat métallique. blanc.	u
Dufreynosite....	2PbS, As^2S^3 — Gris métallique.	v
Dysorase.......	Ag^2Sb — I, éclat métallique, blanc.	x
Ecume de mer..	Voyez *Magnésite.*	y
Emeraude......	Al^2O^3, 3GlO, $6SiO^2$ — Tp, Tl; V, gris, Bl, J, Rosé.	z
Emeri	Voyez *Corindon.*	a
Enstatite	(MgFe)O, SiO^2 — I, gris, J-br.	b
Epidote	$6SiO^2$, $3Al^2O^3$, 4CaO, H^2O — Tp, Tl; V, Br.	c
Epsomite.......	Sel d'Epsom. MgO, SO^3, $7H^2O$ — Tp.	d
Escarboucle	Grenat noble. — Voyez *Almandin.*	e
Etain	Et. oxydé = *Cassitérite;* — sulfuré = *Stannine.*	f
Euclase	2GlO, Al^2O^3, $2SiO^2$, H^2O — Tp, Tl; I, V, Bl.	g
Fahlunite	Voyez *Cordiérite.*	h
Feldspaths	Voyez *Anorthite, Labrador, Andésine, Oligoclase, Albite, Orthose.*	i
Fer............	Fe — Gris métallique.	j

	Densité.	Dureté.	Fusibilité.	Solubilité.	Forme cristalline.
a					
b	2,20—2,76	5,5—6	3	S	II
c	4,6	1,5—2	Fb, brûle	S Nitr	VI
d					
e	5,9—6,1	2,5—3	Fus	S Nitr	IV mg^3d^2
f	2.35	2,5	4	S Nitr	VI a^1
g	2,9—3,07	2,5	1	S Sulf	V pm
h	8,94	2,5—3	2—3	S Nitr	I a^1
i	5,85—6,15	3,5—4	Fus	S Nitr	I a^1b^1
j	3.5—3,84	8,5	I	I	III $mpb^{1}/_{2}$
k	2,8—3	5—5,5	2	S	IV pmh^1
l	3,2—3,3	4	3—4	I	IV pmh^1
m	3,4—3,7	3,5—4	I	S	VI
n	3,5—3,55	10	I	I	I a^1 etc.
o	3,3—3,5	6,5—7	I	I	III mg^1
p	3,3	5—6	3—4	I	V h^1g^1pm
q	3,27—3,35	5	I	S Gél	VI *r*
r	2.646	5—5,5	3—6	S part	II mh^1b^1
s	3,58—3,68	5 et 6	I	I	V pmt
t	2,8—2,9	3,5—4	I	S	VI *r*
u	7,2—7,3	3—3,5	Fus C	S Nitr	O
v	5,57	3	Fus C	S Nitr	III pma^1
x	9.4—9,8	3,5—4	Fus C	S Nitr	III mb^1
y					
z	2,67—2,75	7,5—8	5,5	I	VI m*p*
a					
b	3,1—3,3	5,5	I ou 6	I	III mh^1g^1
c	3,25—3,5	6—7	3,5	I	IV ph^1
d	1,75	2—2,5		SS	III mpe^1a^1
e					
f					
g	3,1	7,5	5,5	I	IV mh^1g^1
h					
i					
j	7,3—78	4,5	—	S	I a^1

Noms.	Composition et caractères extérieurs.	
	Fer arsenical = *Mispickel;* — carbonaté = *Sidérose;* — hydroxydé = *Limonite* et *Gœthite;* — magnétique ou oxydulé — *Magnétite, Aimant;* — oligiste spéculaire = *Hématite rouge;* — sulfuré = *Pyrite* et *Marcassite.*	
Fluorine	$CaFl^2$ — Tp, Tl; I, violet J, V, etc.	a
Franklinite.....	(Fe, Zn, Mn) Fe^2O^4 — N Sub-métal.	b
Freieslebénite ..	$5(Ag^2, Pb)S, 2Sb^2S^3$ — Gris d'acier.	c
Friedelite	$H^7(MnCl)Mn^4Si^4O^{16}$ — R, éclat gras.	d
Gadolinite......	3(Y, La, Fe, Gl)O, SiO^2 — Tl; N, V.	e
Galène.........	PbS — Noir-bleuâtre métallique.	f
Garniérite......	(Ni, Mg)O, SiO^2, H^2O — V, pâle.	g
Gay-Lussite	Na^2O, CO^2, CaO, CO^2, $5H^2O$ — Tp, Tl; I.	h
Gersdorffite.....	Disomose — NiS^2, $NiAs^2$.	i
Giobertite......	MgO, CO^2 — Tl; I, J, Br.	j
Glasérite.......	K^2O, SO^3 — Tp, Tl; I.	k
Glaubérite......	Na^2O, SO^3, CaO,SO^3 — Tp, Tl, I, R.	l
Glaucodot......	(Co, Fe)S^2, (Co, Fe)As^2 — Blanc d'étain.	m
Gœthite........	Fe^2O^3, H^2O — Br, Sub-Tl, R.	n
Graphite.......	C — Noir métallique.	o
Greenockite....	CdS — Tl; J.	p
Grenats........	Voyez *Grossulaire, Almandin, Spessartine, Mélanite. Ouwarovite.*	q
Grossulaire......	$Ca^3Al^2Si^3O^{12}$ — Tl; I, J, V, Br.	r
Gummite.......	Uranite altérée avec He.	s
Gypse..........	CaO, SO^3, $2H^2O$ — Tp, Tl; I, J, Br.	t
Harmotome.....	BaO, Al^2O^3, $6SiO^2 + 6H^2O$ — Tl, gr, I, R.	u
Hauerite	MnS^2 — N, Br, semi-métallique.	v
Hausmannite...	Mn^3O^4 — N Brunâtre semi-métallique.	x
Haüyne	Lapis Lazuli. Silico-sulfate d'Al, Ca, Na — Bl.	y
Hayésine.......	CaO, $(B^2O^3)^2$, $4H^2O$ — Tp, Tl, I.	z
Hedenbergite...	(CaFe)O, SiO^2 — Sub-Tl, V, N.	a
Hématite rouge.	Fe^2O^3 — N R métallique ou compacte.	b
Hématite brune.	Voyez *Limonite.*	c
Heulandite.....	CaO, Al^2O^3, $6SiO^2$, $5H^2O$ — Tp, Tl; I, R.	d
Humite	Chondrodite. 6MgO, $3SiO^2MgFl^2$ — Tp, I, J, R.	e
Hyalosidérite ...	Péridot Brun à surface irisée.	f
Hypersthène....	Variété d'Enstatite plus riche en fer.	g
Idocrase	$3SiO^2$, $2(Al^2, Ca^3)O^3$ — Tp, V, Br, Bl.	h
Ilménite.	Fe Titané (FeTi)O^3 — N semi-métallique.	i
Iodargyre	AgI — Tl, J, V.	j

	Densité.	Dureté.	Fusibilité.	Solubilité.	Forme cristalline.
a	3,18	4	3	S	I pa^1
b	5,6—5,9	5,5—6,5	I	S	I a^1
c	6—6,4	2—2,5	Fus C	S Nitr	IV pm
d	3,07	4—5	Fus Vitr.	S Gél	VI pr.
e	4,2—4,35	6,5—7	I	S Gél	IV pm
f	7,4—7,6	2,5—2,75	Fus C	S Nitr	I pa^1b^1
g	2,3—2,8	friable	I	S Gél	O
h	1,99	2—3	3	S	IV pm
i	5,6—6,2	5,5	Fus C	S Nitr	I pa^1, $^1/_2 b^2$
j	3,1	4,5	I	S	VI pr
k	1,73	3—3,5	2	SS	III g^1pm
l	2,64—2,85	2,5—3	1,5	S	IV b^1p
m	6	5	Fus C	S Nitr	III pm
n	4,4	5—5,5	I	S	III mg^1
o	2,1—2,2	1—2	I	I	VI a^1
p	4,8—4,9	3—3,5	I	S	VI pm
q					
r	3,4—3,7	6,5—7	3	S en partie	I b^1
s					
t	2,33	1,5—2	2,5—2	S	IV g^1mh^1p
u	2,44—2,49	4,5	3,5	S	III pm
v	3,46	4	I	S	I $pa^1b^1b^3$
x	4,7	5—5,5	I	S	II a^1b^1p
y	2,2—2,8	5,5—6	4,5	S	I a^1b^1
z	1,65	1	1	S Gél	—
a	3,5	5,5	2,5	I	IV mh^1g^1
b	5,3	5,5—6,5	6 ou I	S	VI ra^1
c					IV mg^1
d	2,2	3,5—4	2,5 se gonf.	S	IV mp etc.
e	3,12—3,24	6—6,5	I	S Gél	
f					
g					
h	3,35—3,45	6,5	3b	Dif S	II mg^1a^1
i	,5—5	5—6	6 ou I	Dif S	VI r
j	5,7	flex.	Fus C	S Nitr	VI pb^1

Noms.	Composition et caractères extérieurs.	
Isérine	$(FeTi)^3O^4$ — N.	a
Jade	Variétés compactes de *Trémolite*, de *Zoïsite*, de *Labrador* et de *Jadéite*.	b
Jadéite	$3(Na^2, Ca, Mg)O, 2Al^2O^3, 9SiO^2$ — Tl; I, V.	c
Jamesonite	$Pb^2Sb^2S^5$ — Gris de fer.	d
Kaïnite	$MgO, SO^3, KCl, 3H^2O$ — Ip. I.	e
Kaolin	Argile blanc-jaunâtre.	f
Karsténite	Syn. *Anhydrite*.	g
Kermésite	Sb^2OS^2 — R.	h
Klaprothine	Lazulite $(Mg, Ca, Fe)O, Al^2O^3, P^2O^5H^2O$ — Bl.	i
Labrador	Feldspath, $CaOAl^2O^3, 3SiO^2$ — Tl, I, Bl, V.	j
Laumonite	$CaO, Al^2O^3, 4SiO^2, 4H^2O$ — Tl; I, Rosé.	k
Lazulite	Voyez *Klaprothine*.	l
Lépidolithe	Fluosilicate de Al^2, K, Li — Tl rosé.	m
Lépidomélane	$2(Fe, Mg, K^2Al\frac{2}{3})O, SiO^2$ — Tl; N-verdâtre.	n
Leucite	Syn. *Amphigène*.	o
Leucophane	$5(Ca, Gl)O, 5SiO^2, 2NaFl$ — Tl; Br, J, V.	p
Lévyne	$CaO, Al^2O^3, 3SiO^2, 5H^2O$ — Tp, I.	q
Libéthénite	$5CaO, P^2O^5, H^2O$ — Tl. V sombre.	r
Leucopyrite	$FeAs^2$ — Blanc d'argent.	s
Liévrite	Ilvaïte. Silicate de Fe et de Ca — N.	t
Limonite	Hématite Br. $2Fe^2O^3, 3H^2O$ — Br, J.	u
Linnéite	Coboldine $(Co, Ni)^3S^4$ — Gr métal. rougeâtre.	v
Lollingite	Var. de Leucopyrite plus arsenif. $FeAs^2$.	x
Lunnite	$5CuO, P^2O^5, 2H^2O$ — Sub-Tl; V.	y
Magnésite	Écume de mer. $2MgO, 3SiO^2$, 2 à $4H^2O$ — Op; I.	z
Magnétite	Syn. *Aimant*.	a
Malachite	$2CuO, CO^2, H^2O$ — Sub-Tl; V.	b
Manganèse	Voyez *Pyrolusite*.	c
Marbre	Voyez *Calcite*.	d
Marcassite	Pyrite blanche — FeS^2.	e
Margarite	$CaO, 2Al^2O^3, 2SiO^2$ — I, blanc, éclat gras.	f
Méionite	$2(Ca, Mg, K^2, Al\frac{2}{3})O, SiO^2$ — Tp, Op, I.	g
Mélanite	Grenat ferrico-calcique — Tl; N, Br, V.	h
Mellite	$C^6(CO^2)^6Al^2 + 18H^2O$ — Tp, Tl; J, R.	i
Mendipite	$Pb^3O^2Cl^2$ — Tl, I, J, Rosé.	j
Mésotype	$3SiO^2. Al^2O^3. Na^2O, 2H^2O$ — Tp, Tl; I, J, R.	k
Miargyrite	$AgSbS^2$ — Gris d'acier — Sub-T, R.	l
Micas	V. *Biotite. Lépidomélane. Muscovite, Lépidolithe*.	m
Microcline	Orthose faiblement triclinique.	n
Millérite	NiS — J. d'or métallique.	o

	Densité.	Dureté.	Fusibilité.	Solubilité.	Forme cristalline.
a	5,10	6—6,5	6 ou I	Dif S	I a^1
b					
c	3,32—3,35	6.5—7	3	I	O
d	5,5—5,7	2—3	Volat	S	III mg^1p
e	2,06—1,18	2,5—3	Fus déc	SS	IV ph^1g^1m
f	2,21—2,26	Friable	I	S Suf. ch.	O
g					
h	4,5—4,6	1—1,5	1—2	S	IV h^1p
i	3,12	5—6	I	I	IV a^2d^1m
j	2,67—2,76	5—6	3	dif S	V *pmt*
k	2,25—2,36	3,5	3b	S Gél	IV g^1mp
l					
m	2,84—3	2,5—4	2—2,5	S Inc.	III *p*
n	3	2,5—3	4	dif S	III *p*
o					
p	2,97	3,5—4	3	S	III *p*
q	2,1—2,2	4	4	S Gél	VI ra^1e^1
r	3,6—3,8	4	2	S Nitr	III a^1p
s	8,6—8,7	5—5,5	Fus C	S Nitr	III m*p*
t	3,9—4,1	5,5—6	2,5	S Gél	III mg^3p
u	3,6—4	5—5,5	I	S	O
v	4,8—5	5,5	Fus C	S Nitr	I
x					
y	4—4,4	4,5—5		S Nitr	III mg^1
z	»	2—2,5	5	S	O
a					
b	3,9—4	3,5—4	Fus C	S	IV pg^1m
c					
d	4,6—4,8	6—6,5	3	S Nitr	III me^1
e	2,74	5—6	3b	S, SiO^2 Floc	II mh^1b^1
f	2.99—3,08	3,5—4.5	5—6	S part	IV *p*
g	3,6—4,3	7,5	3	S en partie	I b^1
h	1,55—1,65	2—2,5	I	S Nitr	II a^1
i	7—7,1	2,5—3	Fus C	S Nitr	III mh^1g^1
j	2,17—2,25	5—5,5	1	S Gél	III mh^1b^1
k	5—5,4	2—2,5	Fus C	S Nitr	IV ma^1p
l	2,78—3	2,5—3	2—2,5	peu S ou I	III*p*m (m = 120 env.)
m					
n					
o	5,3—5,6	3—3,5	Fus C	S Nitr	VI re^2d^1

Noms.	Composition et caractères extérieurs.	
Mimetèse	$Pb^5As^3ClO^{12}$ — Tl; J orangé, Br.	a
Mispickel	FeAsS — Blanc d'argent.	b
Molybdénite	MoS^2 — Gr de plomb bleuâtre éclatant.	c
Monazite	(Ce, La, Di)PO^4 avec He — R, Br, éclat résin.	d
Muscovite	Mica vulg. [(K,Na)HO]Al^2O^3,$2SiO^2$,mFl — Tp; I, Br, V.	e
Nagyacite	$(PbAu)^2(Te, S, Sb)^3$ — N, gris métall.	f
Natron	$Na^2O, CO^2, 10H^2O$.	g
Néphéline	$4Na^2O, 4Al^2O^3, 9SiO^2$ — Tl, I, grisâtre.	h
Nickéline	Kupfernickel. NiAs — R de cuivre.	i
Obsidienne	Silico-aluminate de Fe, K, Na — Tl; N, Br, V.	j
Ocre	Ocre J = *Limonite*. Ocre R = *Hématite*.	k
Oligiste	Syn. *Hématite* (Rouge).	l
Oligoclase	$Na^2O, Al^2O^3, 5SiO^2$ — Tl; I, V.	m
Olivénite	$AsO^4Cu(CuOH)$ — Sub-Tl. V.	n
Olivine	Voyez *Péridot*.	o
Onyx	Agate ou marbre rubané.	p
Opale	SiO^2 + 3 à 10 % H^2O. Tp, Tl, I, J, etc.	q
Or	Au + quant. variables Ag, Cu, Fe, Pd — J mét.	r
Orangite	Variété de Thorite avec He.	s
Orpiment	As^2S^3 — Tl; J d'or.	t
Orthose	$K^2O, Al^2O^3, 6SiO^2$. Tl; I, Rosé, etc.	u
Outremer	Lapis-Lazuli. Voyez *Haüyne*.	v
Ouvarowite	Grenat chromico-calcique — Tp; V.	x
Ozocérite	Paraffines lourdes, fus. de 40 à 90°.	y
Panabase	Tétraédrite, Cuivre gris. $4Cu^2S, Sb^2S^3$ — Gr mét.	z
Paranthine	(Ca, Na^2, Mg)O, $2Al^2/_3O$, $2SiO^2$ — Tl; Gr, V.	a
Pechblende	Syn. *Uranite*.	b
Pennine	$Al^2O^3, 7MgO, 4SiO^2, 5H^2O$ — Tp, Tl; V, Br, R.	c
Périclase	MgO, avec Fe et Mn — V, gris Tl.	d
Péricline	Variété d'Albite — Blanc laiteux.	e
Péridot	$2MgO, SiO^2$ — Tp, Tl. — V, J, Noirâtre bronzé, I.	f
Pérowskite	CaO, TiO^2 — Tp, Op; Br, J.	g
Pétalite	$Li^2O, Al^2O^3, 8SiO^2$ — I, gris.	h
Pharmacolithe	$As^2O^5, 2CaO, H^2O + 5H^2O$ — Tl; I, Rosé.	i
Pharmacosidérite	$2As^2O^5, 3Fe^2O^3, 12H^2O$ — Tl; V, Br.	j
Phénacite	$2GlO, SiO^2$ — Tp. Tl, I, J, Br R.	k
Phillipsite	Bornite, Cu panaché $(Cu^2Fe)S$ — R bronze, Bl superf.	l
Phillipsite	Voyez *Christianite*.	m
Phlogopite	Variété de Biotite — R, brun-cuivre.	n
Pholérite	$2Al^2O^3, 3SiO^2, 4H^2O$. Sub-Tp, I, J, V.	o
Phosgénite	$CO^3(PbCl)^2$ — Tp; O, J.	p

	Densité.	Dureté.	Fusibilité.	Solubilité.	Forme cristalline.
a	7,18—7,28	3,5—4	Fus C	S Nitr	VI pb¹m
b	6—6,4	5,5—6	Fus C	S Nitr	III me¹
c	4,4—4,8	1—1,5	I	Dif S Nitr	III. IV ou VI? ou *pa*¹
d	4,9—5,3	5—5,5	I	diff S	IV *p*h¹m
e	2,75—3,1	2,5—3	5,5—6	I	III *p*
f	6,8—7,2	1—1,5	Fus C	S Nitr	III *g*¹
g	1,423	1—1,5	1	SS	IV *p*mg¹
h	2,56—2,64	5,5	3,5	S Gél	VI pm
i	7,33—7,67	5—5,5	Fus C	S Nitr	VI pmb¹
j	2,2—2,5	6—7	3	I	O
k					
l					
m	2,63—2,73	6	3,5	presq I	V *p*g¹m
n	4,1—4,4	3	2	S Nitr	III p¹*m*g¹
o					
p					
q	1,9—2,3	3,5—6,5	I	I	O
r	15,6—19,5	2,5—3	Fus	I	I pa¹b¹
s					
t	3,48	1,5—2	Fus. Vol.	I	III m*p*¹g¹
u	2,44—2,69	6—6,5	5	I	IV *pg*¹m
v					
x	3,4—3,5	7,5—8	I	I	I b¹a²
y	0,9—0,95	1	FF; brûle	I	O
z	4,5—5,11	3—4,5	2—3	S Nitr	a¹, a¹/₂ etc.
a	2.7—2,85	5,5	3	S	II mh¹b¹
b					
c	2,66	2—3	5	S dif	VI r*a*¹
d	3,67	6	I	S	I p, a¹
e					
f	3,1—3,5	6—7	I	S Gél	III *g*¹pma¹
g	4,04	5,5	I	S Sulf	VI r
h	2,39—2,46	6—6,5	5—6	I	IV pmh¹o¹/₂
i	2,64—2,74	2—2,5	Fus	S	IV pm*g*¹
j	2,9—3	2,5	Fus C	S	
k	2,96—3	7,5—8	I	I	VI rd¹e²
l	4,4—5,5	3	Fus C	S Nitr	I pa¹
m					
n					
o	2,34—2,57	1—2,5		I	III
p	6—6,31	2,75—3	3	S Nitr	IIpm*h*¹

Noms.	Composition et caractères extérieurs.	
Pickéringite....	$MgO, Al^2O^3, 4SO^3 + 22H^2O$ — Tl, I.	a
Pinite..........	Silicate d'Al, avec Fe, K, H^2O — Tl; Gr Br.	b
Plagioclases....	Feldspaths alcalino-terreux — Voyez *Albite*, *Oligoclase*, *Andésine*, *Labrador*, *Anorthite*.	c
Plomb.........	Plomb antimonio-sulfuré = *Bournonite*, *Boulangérite*, *Jamesonite*.	d
	— arseniaté = *Mimetèse*.	
	— carbonaté = *Cérusite*.	
	— sulfaté = *Anglésite*.	
	— sulfuré = *Galène*.	
	— chromaté = *Crocoïse*.	
Plombagine. ..	Syn. *Graphite*.	e
Pollux.........	$(Cs, Na)^2O, Al^2O^3, 5SiO^2, H^2O$ — I. Tp.	f
Polybasite......	$(Ag^2, Cu, Fe)S, (Sb, As)^2S^3$ — N.	g
Polyhalite......	$(Ca, Mg, K^2)O, SO^3 + 1/2H^2O$ — Tl; R, J.	h
Prehnite.......	$3SiO^2, Al^2O^3, 2CaO, H^2O$ — Tl; V pâle.	i
Proustite.......	Argent rouge arsenical. Ag^3AsS^3 — Tp, Tl; R.	j
Psaturose......	Ag^5SbS^4 — Gris de fer.	k
Psilomélane....	$BaMnO^3$ + divers oxydes de Mn — GrN.	l
Pyrite..........	FeS^2 — Jaune d'or.	m
	Pyrite magnétique = *Pyrrhotine*.	
	— arsenicale = *Mispickel*.	
	— de cuivre = *Chalcopyrite*.	
Pyrolusite......	MnO^2 — Op; N Sub-métallique.	n
Pyromorphite...	$P^3Pb^5O^{12}Cl$ — Tl; V, Br.	o
Pyroxènes......	Voyez *Diopside*, *Augite*, *Diallage*, *Hedenbergite*.	p
Pyrrhotine.....	Pyrite magnétique. Fe^7S^8. J laiton.	q
Quartz.........	SiO^2 — Tp; I, J, Violet, Fumé.	r
Réalgar........	AsS — Tp, Tl; R-orangé.	s
Rhodonite......	MnO, SiO^2 — Tl; Rose Fleur de Pêcher.	t
Ripidolithe.....	$9(Mg, Fe)O, 2Al^2O^3, 5SiO^2, 7H^2O$ — Tl, V, Br.	u
Rubis..........	Voyez *Spinelle*.	v
Rubis oriental...	Voyez *Corindon*.	x
Rutile..........	TiO^2 — SubTl; Br N Sub-métall.	y
Samarskite.....	Tantalo Niobate de Y, Ce, La, U, avec He — N.	z
Sanidine.......	Orthose vitreux des volcans.	a
Saphir.........	Voyez *Corindon*.	b
Sassoline.......	$Bo^2O^3, 3H^2O$ — Tl; I.	c
Scapolite.......	Voyez *Wernérite*.	d
Schéelite.......	CaO, WO^3 — Tp, Tl; I, J, R, Br.	e
Schéelitine....	PbO, WO^3 — Tl; J, Br.	f

	Densité.	Dureté.	Fusibilité.	Solubilité.	Forme cristalline.
a	»	1	Fus	SS	IV?
b	2,7—2,9	2—3	4—5	S dif	—
c					
d					
e					
f	2,90	6,5	5	diff S	I pb^1a^2
g	6,0—6,2	2—3	fac. Fus	S Nitr	III $pb^{1/2}e^{1/2}$
h	2,77	2,5—3	3	SS part	III ou IV
i	2,8—2,95	6—6,5	2	dif S	III *pm*
j	5,42—5,56	2—2,5	Fus C	S Nitr	VI r
k	6,27	2—2,5	Fus	S Nitr	III pmg^1
l	3,7—4,7	5—6	I	S	O
m	4,83—5,2	6—6,5	3 Brûle	S Nitr	I pb^2
n	4,82	2—2,5	I	S	III mpg^1
o	6,5—7,1	3,5—4	2 Crist	S Nitr	VI pmb^1
p					
q	4,4—4,7	3,5—4,5	Fus Brûle	S	VI pb^1m
r	2,64—2,66	7	I	I	VI $re^{1/2}e^2$
s	2.4	1,5—2	F. Volat.	S Alcal	IV pm
t	3,4—3,68	5,5—6,5	2,5	dif S	V ph^1mt
u	2,78—2,96	1—2	5	S	IV? *p*
v					
x					
y	4,18—4,25	6—6,5	I	I	II $ma^1h^1h^2$
z	5,6—5,8	5—6	5—6	diff S sulf	III $pb^1a^{1/2}b^x$
a					
b					
c	1,48	1	2	SS	V *pmt*
d					
e	5,9—6,07	4,5—5	5	S	II b^1a^2
f	7,87—8,1	2,75—3	2	S Ni	II b^1a^2

Noms.	Composition et caractères extérieurs.	
Scléroclase.....	PbS, As^2S^3 — Gris de plomb foncé, métallique.	a
Scolésite.......	CaO, Al^2O^3, $3SiO^2$, $3H^2O$ — Tp, Tl; I.	b
Scorodite	Fe^2O^3, As^2O^5, $4H^2O$ — Tp, Tl; V, Bl, Br.	c
Sel gemme.....	NaCl — Tp; I, Gr, R.	d
Sénarmontite...	Sb^2O^3 — Tl; I.	e
Seybertite	10(Mg, Ca)O, $5Al^2O^3$, $4SiO^2$, $3H^2O$ — R, Br, J.	f
Sidérose	FeO, CO^2 — Tl, Op; I, grisâtre, R.	g
Sillimanite.....	Al^2O^3, SiO^2 — Br, gris, éclat gras.	h
Smaltine.......	$CoAs^2$ — Blanc d'étain.	i
Smithsonite	Calamine. ZnO, CO^2 — Tp, Tl, Gr, J, V, Br.	j
Sodalithe.......	$12SiO^2$, $3Na^2O$, $3Al^2O^3$, 2NaCl — Tp, Tl; I, V, Rosé.	k
Soufre	S — Tp, Tl; J.	l
Spath..........	— d'Islande: Syn. *Calcite*. — Fluor: Syn. *Fluorine*.	m
Spessartine.....	Grenat-alumino-manganeux. — Tl; J, Br.	n
Sphène	CaO, SiO^2, TiO^2 — Tp, Tl, I, J, Br.	o
Spinelle........	MgO, Al^2O^3 — Tp, R, rose.	p
Spodumène	Voyez *Triphane*.	q
Stannine.......	$2(Cu^2$, Fe, Zn)S, SnS^2 — Gris d'acier jaunâtre.	r
Staurotide......	4(FeMg)O, $8Al^2O^3$. $7SiO^2$.	s
Stéatite	Voyez *Talc*.	t
Stibine.........	Sb^2S^3 — Gris de plomb métallique.	u
Stilbite.........	CAO. Al^2O^3, $6SiO^2$, $6H^2O$ — Tp, Tl; I, J, R.	v
Stromeyérine...	Ag^2S, Cu^2S — Gris d'acier foncé.	x
Strontianite	SrO, CO^2 — Tp, Tl; I, J.	y
Strontiane sulfatée	Syn. *Célestine*.	z
Succin.........	$C^{10}H^{16}O$ et ac. succinique. — Tp; J.	a
Sylvane........	Tellurure d'Au et Ag — Gris d'acier, J.	b
Sylvine	KCl — Tp, I.	c
Tachydrite	$CaCl^2$, $2MgCl^2$, $12H^2O$ — Tp, Tl; I, J.	d
Talc.	3MgO, $4SiO^2$, H^2O — Tl nacré.	e
Tantalite.......	FeO. Ta^2O^5 — N de fer submét.	f
Tellure.........	Tellure avec Au et Fe — Gris de fer.	g
Tennantite	$4Cu^2S$, As^2S^3 — Gris de fer.	h
Téradymite	$BiTe^x$ — Gris d'Acier.	i
Tétraédrite.....	Syn. *Panabase*.	j
Thomsonite.....	$(CaNa^2)O$, Al^2O^3, $2SiO^2$, $5/2H^2O$ — Tp, Tl; I, Rosé.	k
Thorite...	THO^2, SiO^2 avec U, H^2O et He.	l
Tiemannite.....	HgSe — Gris d'acier.	m
Titanite........	Syn. *Sphène*.	n
Topaze.........	$SiO^4(Al^2Fl^2)$ — Tp; J, Br, I, R.	o

	Densité.	Dureté.	Fusibilité.	Solubilité.	Forme cristalline.
a	5,39	3	2	S Nitr	III $pb^1/_2g^1$
b	2,2—2,3	5—5,5	2—2,5	S Gél	IV $mg^1b^1/_2$
c	3,1—3,3	3,5—4	2—3	S	III $h^1g^1b^1/_2$
d	2,25	2		SS	I pa^1
e	5,22—5,30	3	Fus Vol.	S	I a^1
f	3—3,1	4—5		diff S	IV p
g	3,83—3,88	3,5—4,5	4,5	S	VI r
h	3,23	6—7	I	I	III mh^1
i	6,3—7,2	5 5	Fus C	S Nitr	I pa^1
j	4,4—4.5	5	I	S	VI ra^1
k	2,27—2,29	5,5—6	3,5	S	I pa^1b^1
l	2.072	1.5—2,5	F111°,brûl.	I	III b^1p
m					
n	3,8—4,3	7—7,5	3	S dif	I b^1
o	3,4—3,56	5—5,5	3	S Sulf	IV $pe^1/_3m$, etc.
p	3 52—3,57	8	I	I	I a^1
q					
r	4.3—4,6	4	Fus C	S Nitr	I, II? pb^1
s	3.4—3,8	7—7,5	I	I	III mg^1p
t					
u	4.62	2	1	S.	III mp^1g^1
v	2.1—2,2	3.5—4	2—2,5	S	III g^1mb^1
x	6,2—6.3	2,5—3	F	S Nitr	III pg^1b^1
y	3,6—3,7	3,5—4	5	S	III mpg^1, etc.
z					
a	1,06—1,11	2—2,5	F287° brûle	I	O
b	7,5—8,3	1,5—2	Fus C		III mpa^1
c	1,9—2	2	2	SS	I pa^1
d	»	»	1	SS	O
e	2,5—2,8	1—1,5	5	I	?
f	7—8	6—6,5	I	I	III pg^1m
g	6,1—6,3	2—2,5	F brûle	S Nitr	VI re^2a^1
h	4,3—4,53	4	Fus C. b	S Nitr	I b^1a^1
i	7,4—8,2	1,5—2	Fus C	S Nitr	VI ra^1
j					
k	2,3—2,4	5—5,5	2b	S Gél	III mpg^1
l	4,8—5,19	4,5—5	presque I	S Gél	II mb^1
m	7,1—7,37	2,5	Vol	»	?
n					
o	3,4—3,65	8	I	I	III mg^3b^2p

Noms.	Composition et caractères extérieurs.	
Torbernite	$2PO^4(U^2O^2)OC^2 + 8H^2O$ — Tp, Tl; V.	a
Tourmaline.....	Silicoborate d'Al avec Fe, Mg, Mn — NBr,R,Tp,Tl.	b
Trémolite......	Syn. *Amphibole blanche.*	c
Tridymite......	SiO^2 — I, ep. blanche.	d
Triphane.......	$3(Li^2. Na^2. Ca)O, 4Al^2O^3, 15SiO^2$ — Tl: Gr, V.	e
Triphyline	(Mn, Fe) $LiPo^4$ — SubTl; Gr, V, Br.	f
Triplite........	(Mn, Fe) (MnFl) PO^4 — SubTl; Gr, V, Br.	g
Tripoli.........	Silice hydratée (terre d'infusoires).	h
Turquoise......	$2Al^2O^3, P^2O^5 + 5H^2O$ — Op; Bl, Bl V.	i
Ulexite.........	Voyez *Hayésine.*	j
Ulmannite......	$NiS^2, NiSb^2$ — Gris d'acier.	k
Uranite	U^3O^4 — N, Gris métallique.	l
Urao...........	Trona $(Na^2O)^2(CO^2)^3$ 3 ou $4H^2O$ — Tl: I.	m
Valentinite	Exitèle. Sb^2O^3 — Tp, I, J.	n
Vanadinite	$Va^3Ca^5ClO^{12}$ — I, Br, éclat vitreux.	o
Vauquelinite....	$3(Pb.Cu)O, Cr^2O^3$ — SubTl, V, Br.	p
Vivianite.......	$2P^2O^5, 3FeO, 8H^2O$ — Tl; indigo.	q
Volborthite.....	Vanadate de Cu, Ca, H^2O — V.	r
Xénotime.......	$Y^2O^3P^2O^5$ avec Ce; R, Br, éclat résin.	s
Wad...........	Oxydes de Mn avec Co et Cu — N, Br.	t
Wagnérite......	$PO^4Mg(MgFl)$ — Tl, J.	u
Wavellite	Hydrofluophosphate d'Al — Tl, I, V, J.	v
Webstérite	$Al^2O^3, SO^3, 9H^2O$ — Op, I.	x
Wernérite......	V. *Méionite, Paranthine, Dipyre, Couzéranite.*	y
Willémite	$2ZnO, SiO^2$ — Tp, Op; J, V, I, Gr.	z
Wilhérite	BaO, CO^2 — Tp, Tl; I, J.	a
Wolfram.......	(Fe, Mn)O, WO^3 — Gris de fer N.	b
Wolfsbergite ...	$CuSb^2S^4$ — Gris de plomb N.	c
Wollastonite....	CaO, SiO^2 — Tl; I, Gr, J.	d
Wulfénite	PbO, MoO^3 — Tp, Tl; J orangé.	e
Yttrotantalite...	Tantalate d'Y, Ca, Fe, UO, He.	f
Zéolithes.......	Voyez *Mésotype, Scolésite, Analcime, Chabasie, Christianite, Harmotome, Stilbite, Heulandite.*	g
Ziguéline	Syn. *Cuprite.*	h
Zinc carbonaté..	Syn. *Smithsonite.*	i
	Zinc silicaté = *Calamine.*	
Zincite.........	ZnO — SubTl; R.	j
Zinckénite......	PbS, Sb^2S^3 — Gris d'acier.	k
Zircon	ZrO^2, SiO^2 — Tp, Tl, Op; R, Br, J, I.	l
Zoïsite.........	Composition de l'épidote — Tl; I, V, Gr, J.	m
Zorgit	(Pb, Cu, Cu^2)Se — Gris de plomb rougeâtre.	n

	Densité.	Dureté.	Fusibilité.	Solubilité.	Forme cristalline.
a	3,4—3,6	2—2,5	2,5	S Nitr	II pb^2b^1
b	2,94—3,3	7—7,5	3—6	I	VI $rb^1d^1e^2$
c	-				
d	2,28—2,33	7	I	I	VI pseudo ? mp
e	3,13—3,19	6,5—7	3,5	I	IV mh^1g^1
f	3,5—3,6	5	1,5	S	III mpg^1
g	3,44—3,8	5—5,5	1,5	S	III ?
h					
i	2,6—2,83	6	I	S	
j					
k	6,3—6,5	5—5,5	Fus C	S Nitr	I pb^2
l	6,4—8	5,5	6 à I	S Nitr	I pa^1b^1
m	2,11	2,5—3	1	SS	II pma^1
n	5,56	2,5—3	F Vol	S	III g^1me^1
o	6,66—7,15	2,5—3	Fus C	part sol	VI mp
p	5,5—5,78	2,5—3	Fus C	S Nitr	IV
q	2,6—2,68	1,5—2	1,5	S	IV pmg^1
r	3,55	3—3,5	Fus C	S Nitr	?
s	4,45—4,56	4,5	I	I	II $mb^1/_2$
t	3—4,26	1—6	»	S	—
u	2,98—3,0	5—5,5	4	S	IV mph^1
v	2,33	3,5	I	S	III ma^1g^1
x	1,66	1—2	I	S	O
y					
z	3,89—4,18	5,5	5	S Gél	VI re^2a^2
a	4,29—4,35	3—3,75	2	S	III $b^1/_2e^1/_2m$
b	7,1—7,55	5—5,5	2,5—3	très peu S	IV $mp^1e^2h^1$
c	4,75—5	3—4	Fus C	S Nitr	III mg^1
d	2,8—2,9	4,5—5	4	S Gél	IV mph^1
e	6,3—6,9	3	1,5—2	S part	II pb^1mh^2
f	5,4—5,9	5—5,5	I	I	III mpg^1
g					
h					
i					
j	5,43—5,53	4—4,5	I	S Nitr	VI $pmb^1/_2$
k	5,3—5,35	3—3,5	2	S	III ma^1
l	4,05—4,75	7,5	I	I	II $mph^1b^1/_2$
m	3,11—3,38	6—6,5	Fb	I	III $mh^1h^3g^1$
n	7—7,5	2,5	Part. Fus C	S Nitr	?

Thermochimie.

---

(186) *Usage des tableaux de thermochimie*[1].

Dans les tables suivantes, les quantités de matière réagissantes sont celles exprimées par les formules écrites en regard des nombres, avec cette convention que H veut dire 1 *gramme* d'hydrogène, H^2O, 18 *grammes* d'eau, etc. L'unité de chaleur adoptée est la grande calorie : c'est la chaleur qui élève de 0° à 1° la température de 1 kilogr. d'eau.

Ainsi, au début de la table **191**, nous voyons :

H gaz + Cl = + 22,0 produit gazeux : + 39,3 produit dissous.

C'est-à-dire que H = 1 gramme d'hydrogène et Cl = 35gr,5 de chlore, en se combinant tous deux à l'état gazeux, dégagent assez de chaleur pour échauffer de 0° à 1° 22 kilogrammes d'eau, soit 22 calories, en fournissant HCl ou 36gr,5 d'acide chlorhydrique gazeux. Si l'on envisage au contraire l'acide chlorhydrique comme dissous dans l'eau, la chaleur dégagée sera égale à 39,3 calories, la quantité HCl ou 36gr,5 d'acide chlorhydrique dégageant, pour se dissoudre dans l'eau, 39,3 — 22,0 ou 17,3 calories. Ce nombre est conforme à celui que donne la table **189**, calculée pour le volume gazeux occupé par la molécule HCl, volume égal à celui de H^2 = 2 grammes, soit 22lit,32 (à 0° et 760 millimètres de pression).

On sait que les changements d'état des corps sont accompagnés d'une absorption ou d'un dégagement de chaleur : ainsi, 1 kilogramme d'eau à 0°, pour passer de l'état liquide à l'état solide, dégage 79,25 calories, et, par contre, pour passer de l'état solide à l'état liquide, absorbe 79,25 calories : c'est cette quantité de chaleur qu'on appelle la chaleur latente de fusion de la glace. 1 gramme de glace absorbera donc 0cal,07925 pour fondre, et 18 grammes de glace, c'est-à-dire la quantité exprimée par la formule H^2O, en absorberont 18 × 0,07925 = 1,4265 : ce qu'on peut exprimer encore en disant qu'ils dégageront — 1,40 cal., nombre identique à celui donné table **190** ; de même 1 kilogramme d'eau liquide à 100° absorbe 537 calories pour se transformer en vapeur, ou eau gazeuse, à 100° ; le produit de 0,537 par 18 est égal à 9,666 ; et H^2O, soit la molécule d'eau pesant 18 grammes, prise à l'état liquide

1. Les nombres de ces tableaux sont tirés de l'*Annuaire du Bureau des Longitudes pour* 1888. Ils ont été calculés par M. Berthelot, et dans la grande majorité des cas d'après ses expériences personnelles.

à 100°, absorbera 9,66 calories (ou dégagera — 9,66 calories) pour passer à l'état de gaz ou de vapeur à 100° ; ce nombre est très voisin de celui de la table **187**, 9,65, déterminé expérimentalement par M. Berthelot.

Ces chaleurs latentes moléculaires interviennent souvent dans les calculs ; ainsi nous trouvons dans la table **191**. que $P + Cl^3$, en se combinant, dégagent, pour donner PCl^3, à l'état gazeux + 68,9 calories et + 75,8 à l'état liquide. La différence entre ces nombres est égale à 6,9 ; c'est la chaleur de volatilisation du trichlorure de phosphore (table **187**).

De même pour l'anhydride azotique, on lit page 101 : $Az^2 + O^5 = -1,2$ à l'état gazeux, + 3,6 liquide, + 11,8 solide, et + 28,6 dissous. Sa chaleur de fusion est donc de 11,8 — 3,6 = 8,2 (8.28 t **190**) et sa chaleur de volatilisation de 3,6 + 1,2 = 4,8 t. **187**). Enfin sa chaleur de dissolution est de 28,6 — 11,8 = 16,8. Elle se compose de deux facteurs : la chaleur produite par la combinaison de Az^2O^5 avec H^2O, travail chimique engendrant l'acide azotique $2(AzO^3H)$, et la chaleur émise ou absorbée par la solution de celui-ci dans l'eau ; c'est en effet un principe fondamental de thermochimie que la quantité de chaleur dégagée dans une réaction quelconque mesure la somme des travaux physiques et chimiques accomplis dans cette réaction. Il nous est facile de faire la part des deux actions : en effet, on a également page 101 : $Az^2 + O^5 + H^2O = 14,2$ produit liquide, + 28,6 produit dissous. La différence entre ces deux nombres, 28,6 — 14,2 = 14,4, est la chaleur de dissolution de l'acide azotique $2(AzO^3H)$ dans l'eau ; la table **195**, donne en effet $AzO^3H + nH^2O = + 7,2$, soit la moitié, le nombre des atomes en réaction étant aussi de la moitié. Quant à la chaleur produite par la combinaison de Az^2O^5 liquide avec H^2O, elle sera donnée par la différence entre $Az^2 + O^5$ (le produit étant liquide) et $Az^2 + O^5 + H^2O$ (le produit étant aussi liquide), c'est-à-dire par 14,2 — 3,6 = 10,6.

Prenons encore comme exemple la formation du sulfate de calcium. Il sera facile de la trouver ainsi : on lit pages 101 et 102 :


$S + O^3 = 141$, SO^3 étant dissous à l'état de SO^4H^2 dilué,
$Ca + O = 150,1$ CaO — de CaH^2O^2 dilué.

Et table **146**, 1/2 SO^4H^2 dissous + 1/2 CaO^2H^2 dissous = + 15,6

ou SO^4H^2 dissous + CaH^2O^2 dissous = 31,2.

On a $S + O^4 + Ca$ = 141 + 150,1 + 31,2 = 322,3 à l'état dissous ou précipité. Le chiffre trouvé pour le sel solide est de 320,1.

La table **199**, donne la chaleur de formation des composés organiques en partant des éléments, pris dans leur état actuel à 15°

(le carbone à l'état de diamant); on se souviendra que le carbone amorphe dégagerait 3,35 calories pour se transformer en diamant, et que, par conséquent il convient d'ajouter ces 3 calories aux nombres du tableau pour avoir la chaleur de formation en partant du carbone amorphe. Les chaleurs de combustion sont indiquées, comme les chaleurs de formation, en calories (kilogramme-degrés) pour la molécule de la substance exprimée en grammes.

Plusieurs de ces nombres, et beaucoup d'autres qu'on pourrait donner, sont calculés d'après un principe de thermochimie fondamental et d'après lequel, si un système de corps simples ou composés, pris dans des conditions déterminées, éprouve des changements physiques ou chimiques capables de l'amener à un nouvel état sans donner lieu à aucun effet mécanique extérieur au système, la quantité de chaleur dégagée ou absorbée par l'effet de ces changements dépend uniquement de l'état initial et de l'état final du système; elle est la même quelles que soient la nature et la suite des états intermédiaires. Prenons comme exemple le gaz des marais. Nous pouvons supposer qu'on en fasse la synthèse à l'aide des éléments, puis qu'on le brûle; dans ces deux opérations on devra récolter autant de chaleur que si on brûlait directement le carbone et l'hydrogène, puisque l'on part des mêmes éléments, $C + H^4 + O^4$, pour arriver aux mêmes produits $CO^2 + 2H^2O$. On en conclut que, si la synthèse totale du gaz des marais pouvait se faire dans un calorimètre elle dégagerait 18^{cal},8; car on connaît la chaleur de combustion du gaz des marais = 213,5, et l'on doit avoir :

$C + H^4 = +18,8$	$C + O^2 = 94,3$
$CH^4 + 4O = +213,5$	$H^4 + O^2 = 138$
(Et. fin. $CO^2 + 2H^2O$). Total : + 232,3	(Et. fin. $CO^2 + 2H^2O$). Total : + 232,3

(187) *Chaleurs de volatilisation* (de l'état liquide) *rapportées à un volume de vapeur* (22^{lit},32) = 1 *molécule en grammes.*

Br^2	— 7,2	SO^3 (solide)	— 11,8
I^2 liquide	— 6,0	$SnCl^4$	— 7,6
(S^2) liq.	— 4,6	PCl^3	— 6,9
Hg liq.	— 15,4	$AsCl^3$	— 8,4
H^2O	— 9,65	$BoCl^3$	— 4,5
AzH^3	— 4,4	$SiCl^4$	— 6,35
HFl	— 7,2	CO^2 (solide)	— 6,11
Az^2O	— 4,4	S^2Cl^2	— 6,7
AzO^2	— 4,3	$SOCl^2$	— 6,5
Az^2O^5	— 4,8	SO^2Cl^2	— 7,1
AzO^3H	— 7,25	SO^3HCl	— 12,8
SO^2	— 6,2	CS^2	— 6,4

CAzH	— 5,7	$C^6H^{10}O^4$ oxalate d'éthyle	— 10,6
CAzCl	— 8,3	$C^8H^{20}SiO^4$ silicate —	— 7,0
C^5H^{10}	— 5,25	C^2H^4O oxyde d'éthylène	— 6,1
$C^{10}H^{20}$	— 6,9	$C^2H^4Br^2$ bromure —	— 8,2
C^6H^6 benzine	— 7,2	C^2H^4O aldéhyde ord.	— 6,0
$C^{10}H^{16}$ térébenthène	— 9,4	C^2HCl^3O chloral	— 8,0
— citrène	— 9,5	— + H^2O hydr. de —	— 21,9
CH^3I iod. de méthyle	— 6.5	— + C^2H^6O alc. de —	— 22,5
$CHCl^3$ chloroforme	— 7,3	C^3H^8O alc. propyl.	— 9,95
CCl^4 perchlorure de C	— 7,2	C^3H^6O acétone	— 7,5
CH^2Cl^2 chl. de méthylène	— 6,4	$C^5H^{12}O$ alc. amylique	— 10,7
CH^4O alc. méthylique	— 8,45	— diméth. éth. carb.	— 9,45
$C^2H^4O^2$ form. de méthyle	— 6,9	$C^{16}H^{34}O$ alc cétylique	— 14,1
$C^3H^8O^2$ méthylal	— 6,8	CH^2O^2 acide formique	— 4,8
C^2H^6O alcool ordinaire	— 9.8	$C^2H^4O^2$ — acétique	— 5,1
$C^4H^{10}O$ éther	— 6.7	$C^4H^6O^3$ — — anhyd.	— 6,7
C^2H^5Cl chl. d'éthyle	— 6,45	C^2H^3OCl chlor. d'acétyle	— 6,2
C^2H^5Br bromure —	— 6,7	$C^4H^8O^2$ acide butyrique	— 10,1
C^2H^5I iodure —	— 7,5	$C^5H^{10}O^2$ — valérique	— 10,6
$C^4H^8O^2$ acétate —	— 10,9		

(188) *Transformations isomériques.*

Oxyg. en ozone O^3.	—29,6	C amorphe en diamant.	+ 3,35
S oct. en S ins. à 18°	0	P blanc en P rouge crist.	+ 19,2
S am. ins. en S am s.	+0,08	P blanc en P rouge amorp. (suivant variétés).	+ 20,7 à + 9,3 et — 1,0
S am. s. en S octaéd.	+0,08		
S prism. en S oct.	+0,08	Sb^2O^3 prism. en octaéd.	+ 1.2
Se vitr. en Se mét	+5,60	As^2O^3 vitreux en opaque.	— 2,6
Te cr. en Te am.	+24,2	P^2O^5 crist. en amorphe.	+ 3,3
Si am. en Si crist.	+8,1	Aragon. en spath d'Isl.	+ 4,0

(189) *Chaleur de dissolution dans l'eau des corps gazeux*

(1 mol. = $22^{lit},32$ $(1 + \alpha t)$ à 760^{mm}).

Cl^2	+ 3,0	Cl^2O	+ 9,4
Br^2	+ 8,3	$BoCl^3$	+ 70,3
HCl	+ 17,4	$SiFl^4$	+ 22,3
HBr	+ 20,0	$BoFl^3$	+ 24,5
HI	+ 19,4	HFl	+ 11,8
H^2S	+ 4,75	CO^2	+ 5,6
H^2Se	+ 9,2	CyH	+ 6,1
AzH^3	+ 8,8	Cy^2	+ 6,8
SO^2	+ 7,7	$(CH^3)^2O$	+ 8,3

(190) *Chaleurs de fusion.*

	Formules.	P. de subst.	T. de fusion.	Calories.
Acide acétique	$C^2H^4O^2$	60	+17	−2,5
— azotique anhydre	Az^2O^5	108	+29,5	−8,28
— — hydraté	AzO^3H	63	−47	−0,6
— chlorhydrique hydraté	$HCl,2H^2O$	72,5	−18	−2,47
— formique	CH^2O^2	46	+8,2	−2,43
— hypophosphoreux	PH^3O^2	66	+17	−2
— phosphoreux	PH^3O^3	82	+71	−3,1
— phosphorique	PH^3O^4	98	+42	−2,5
— — hydraté	PH^3O^4, 1/2 aq.	107	+27	−3,64
— sulfurique	SO^4H^2	98	+8	−0,86
— — hydraté	SO^4H^2,H^2O	116	+8,8	−3,68
Alcoolate de chloral	C^2HCl^3O,C^2H^6O	193,5	+46	−4,6 (?)
Argent	Ag	108	+907	−2,67
Azotate de potassium	$KAzO^3$	101	+306	−4,9
— de sodium	$NaAzO^3$	85	+333,5	−5,5
Benzine	C^6H^6	78	+4,5	−2,27
Bismuth	Bi	210	+265	−2,6
Brome	Br	80	−7,3 (?)	−0,13
Bromure d'étain (per)	$SnBr^4$	438	+25	−3,14
Cadmium	Cd	112	+320	−1,52
Chlorure de calcium cristall.	$CaCl^2,6H^2O$	219	+28,5	−8,92
Chromate de sodium	$Na^2CrO^4,10H^2O$	345	+23	−12,32
Eau	H^2O	18	0	−1,43
Étain	Sn	118	+232,7	−1,72
Gallium	Ga	70	+30	−1,32
Glycérine	$C^3H^8O^3$	92	+17	−3,9
Hydrate de chloral	C^2HCl^3O,H^2O	165,5	+46	−5,5
Hyposulfite de sodium	$Na^2S^2O^3,5H^2O$	248	+48	−9,4
Iode	I	127	+113,6	−1,49
Mercure	Hg	200	−39,5	−0,56
Naphtaline	$C^{10}H^8$	128	+79	−4,6
Nitrobenzine	$C^6H^5AzO^2$	123	+3,0	−2,74
Palladium	Pd	106	+1500	−3,8
Phénol	C^6H^6O	94	+42	−2,34
— bromé	C^6H^5BrO	173	+64	−3,0
— bibromé	$C^6H^4Br^2O$	252	+40	−3,5
Phosphate de sodium	$Na^2HPO^4,12H^2O$	358	+36	−23,9
Phosphore	P	31	+44,2	−0,15
Platine	Pt	197,2	+1775	−5,36
Plomb	Pb	206	+335	−1,06
Soufre	S	32	+113,6	−0,30
Toluène bromé (para)	C^7H^7Br	171	+28,5	−3,44
Toluidine (para)	C^7H^9Az	107	+45	−3,83
Zinc	Zn	65	+415	−1,82

(191) *Formation des composés minéraux.*

Composants dans l'état actuel à 15°.	Chaleur de formation, le produit étant gazeux.	liquide.	solide.	dissous.
Chlorures, chlore gazeux.				
H + Cl	+ 22,0			+ 39,3
id. à 2000°	+ 26,0			
HCl conc. + Cl^2				+ 9,4
HCl conc. + Br^2 gaz				+ 9,1
Cl + Br gaz		+ 4.6		
Cl + I gaz		+ 9,8	+ 12,1	
ICl + Cl^2				+ 15,7
S^2 sol. + Cl^2	+ 11	+ 17,6		
S + O + Cl^2	+ 40,8	+ 47,2		
SO^2 + Cl^2	+ 13,2			
SO^3 gaz + ClH	+ 13,4	+ 26,2		
Se^2 + Cl^2		+ 22,2		
Se + Cl^4		+ 46,2		
Te + Cl^4		+ 77,4		
P + Cl^3	+ 68,9	+ 75,8		
P + Cl^5			+ 107,8	
PCl^3 + Cl^2			+ 32,0	
PCl^3 + O		+ 66,6		
As + Cl^3	+ 61,0	+ 69,4		
B + Cl^3	+104,0	+108,5		
Si amorphe + Cl^4	+151,3	+157,6		
K + Cl			+ 105,0	+ 100,8
Na + Cl			+ 97,3	+ 96,2
Az + H^4 + Cl			+ 76,7	+ 72,7
Li + Cl			+ 93,5	+ 101,9
Ca + Cl^2			+ 170,2	+ 187,6
Sr + Cl^2			+ 184,6	+ 195,6
Ba + Cl^2			x + 63,4	x + 65,4
Mg + Cl^2			+ 151	+ 187
Al^2 + Cl^6			+ 321,8	+ 475,6
Mn + Cl^2			+ 112	+ 128
2$CrCl^2$ + Cl^2 (vert)			+ 78,8	+ 102,8
Cr^2Cl^6 vert en violet, dissous				+ 18,8
Cr^2Cl^6 gris en vert, crist.			+ 5,4	
2$CrCl^2$ + O				+ 100,8
Fe + Cl^2			+ 82,0	+ 100,0
Fe^2 + Cl^6			+ 192,0	+ 255,4
Zn + Cl^2			+ 97,2	+ 112,8
Cd + Cl^2			+ 93,2	+ 96,2
$CdCl^2$ + 2HCl + 7H^2O			+ 40,2	

Composants dans l'état actuel à 15°.	Chaleur de formation, le produit étant gazeux.	liquide.	solide.	dissous.
$Pb + Cl^2$			+ 85.2	+ 78,4
$PbO + PbCl^2$			+ 6,6	
$Tl + Cl$			+ 48,6	+ 38,5
$Ni + Cl^2$			+ 74,6	+ 97,6
$Co + Cl^2$			+ 76,4	+ 94,8
$Sn + Cl^2$			+ 80,4	+ 81,2
$Sn + Cl^4$		+129,2		+ 157,4
$Au + Cl$			+ 5,8	
$Au + Cl^3$			+ 22,8	+ 27,3
$Cu^2 + Cl^2$			+ 71,2	
$Cu + Cl^2$			+ 51,6	+ 62,6
$3CuO + CuCl^2$			+ 1,2	
$3CuO + CuCl^2 + 4H^2O$ liq.			+ 23,0	
$Hg^2 + Cl^2$			+ 64,4	
$Hg + Cl^2$			+ 54,2	+ 51,6
$HgCl^2 + 2KCl$ dissous			+ 3,8	+ 0,8
$HgCl^2 + KCl$ dissous			+ 2,4	+ 0,4
$HgCl^2 + HgO$			+ 3,30	
$HgCl^2$ diss. + nHCl diss.				+ 1,0
$Ag + Cl$			+ 29,2	
$Bi + Cl^3$			+ 90.6	
$Sb + Cl^3$			+ 91,4	
$Sb + Cl^5$		+104,9		
$Sb + O + Cl$			+ 90,2	
$Sb^4 + O^5 + Cl^2$			+ 350,8	
$Pd + Cl^2$			+ 40.4	
$Pd + Cl^4 + 2KCl$			+ 79.0	+ 64,0
$Pt + Cl^2 + 2KCl$			+ 45,2	+ 41,8
$Pt + Cl^4 + 2KCl$			+ 89,4	+ 84,6

Bromures, brome gazeux [1].

Composants	gazeux	liquide	solide	dissous
$H + Br$	+ 9,5			+ 29,5
I gaz + Br			+ 11,9	
$S^2 + Br^2$			+ 10,0	
$P + Br^3$		+ 54,6		
$P + Br^5$			+ 83,0	
$PBr^3 + O$		+ 65,4		
$As + Br^3$			+ 59,1	
B amorphe + Br^3		+ 73,1		
Si amorphe + Br^4		+120,4		

1. A l'état liquide chaque atome Br dégage 4 calories de moins. Les chiffres suivants ont été calculés d'après les valeurs connues de la chaleur de vaporisation et les chaleurs spécifiques.

Composants dans l'état actuel à 15°.	Chaleur de formation, le produit étant			
	gazeux.	liquide.	solide.	dissous.
$K + Br$			+ 100,4	+ 95,0
$KBr + Br^2$			+ 10,9	+ 11,5
$Na + Br$			+ 90,7	+ 90,4
$nNaBr + HBr$			+ 10,8	
$Ca + Br^2$			+ 151,6	+ 176,0
$Sr + Br^2$			+ 168,0	+ 184,0
$Ba + Br^2$			x + 49,8	x + 53,8
$BaBr^2 + 2Br^2$				+ 20,8
$Al^2 + Br^6$			+ 265,2	+ 439,0
$Zn + Br^2$			+ 86,2	+ 101,2
$Cd + Br^2$			+ 84,2	+ 84,6
$Pb + Br^2$			+ 77,0	+ 67,0
$Tl + Br$			+ 46,4	
$Tl + Br^3$				+ 69,3
$Sn + Br^2$			+ 71	
$Sn + Br^4$		+ 114,4	+ 117,4	+ 134
$Cu^2 + Br^2$			+ 60	
$Cu + Br^2$			+ 42,8	+ 51,0
$Hg^2 + Br^2$			+ 57,0	
$Hg + Br^2$			+ 48,5	+ 45,1
$HgBr^2$ diss. + $4HBr$ diss.				+ 5,4
$HgBr^2$ diss. + KBr diss.			+ 3,1	+ 0,75
$Ag + Br$, amorphe			+ 24,7 à 27,7	
— crist.			+ 27,7	
$Sb + Br^3$			+ 76,9	
$Au + Br$			+ 5,0	
$Au + Br^3$			+ 24,1	+ 20,4
$Pt + Br^2 + 2KBr$			+ 42,0	
$Pt + Br^4 + 2KBr$			+ 79,6	+ 72,6
$Pd + Br^2$			+ 82,8	
$PbBr^2 + PbO$			+ 4,0	
$HgBr^2 + HgO$			+ 3,4	
Iodures, iode gazeux (1).				
$H + I$	— 6,2			+ 13,2
$S^2 + I^2$			+ 10,8	
$P^2 + I^4$			+ 41,4	
$P + I^3$, diss. d. CS^2			+ 26,7	+ 23,4
$PI^3 + I^2$ sol.			0	

1. A l'état solide chaque atome I dégage 5^{cal},4 de moins. Les chiffres suivants ont été calculés d'après les valeurs connues des chaleurs de fusion et de vaporisation et des chaleurs spécifiques.

Composants dans l'état actuel à 15°.	Chaleur de formation, le produit étant gazeux.	liquide.	solide.	dissous.
As + I^3			+ 28,8	
Si amorphe + I^4			+ 58,0	
K + I			+ 85,4	+ 80,1
KI + I^2			+ 10,8	+ 10,0
Na + I			+ 74,2	+ 75,5
Ca + I^2			+ 118,6	+ 146,2
Ba + I^2				x + 24,0
Al^2 + I^6			+ 172,6	+ 350,6
Zn + I^2			+ 60,0	+ 71,4
Cd + I^2			+ 55,8	+ 54,8
Pb + I^2			+ 52,8	
PbI^2 + HI + $5H^2O$ liq.			+ 23,3	
Tl + I			+ 35,6	
Cu^2 + I^2			+ 43,8	
Hg^2 + I^2			+ 39,2	
Hg + I^2, rouge			+ 35,1	
HgI^2 rouge + KI			+ 5,1	
HgI^2 rouge + 4HI dissous				+ 5,6
Ag + I, amorphe			+ 14,1 (1)	
Ag + I, cristall.			+ 19,7	
Sb + I^3			+ 45,4	
HI + 3AgI + $7H^2O$ liq.			+ 21,	
Au + I			— 0,1	
Pd + I^2			+ 24,0	
Fluorures.				
H + Fl	+ 38,6			+ 50,4
K + Fl			+ 112,2	+ 108,1
Na + Fl			+ 110,8	+ 110,6
Ca + Fl^2			+ 219,8	
Sr + Fl^2			+ 226,6	
Ba + Fl^2			x + 77,6	
Mg + Fl^2			+ 212,8	
Pb + Fl^2			+ 92,4	
Ag + Fl			+ 30,9	
KFl + HFl			+ 21,1 (2)	— 0,3 (3)
NaFl + HFl			+ 17,1	— 0,3
$SiFl^4$ + 2HFl				+ 57,0
$SiFl^4$ + 2NaFl				+ 25,8

1. Puis 19,7. — 2. HFl gazeux. — 3. Produit et composants dissous ou précipités.

Composants dans l'état actuel à 15°.	Chaleur de formation, le produit étant gazeux.	liquide.	solide.	dissous.
Sulfures (1).			(2)	(3)
$Az^2 + S$			− 31,9	
$H^2 + S$	+ 4,6			− 9,2
$H^2S + nS$		− 5,2		
Si amorphe + S^2			+ 40,0	
C diamant + S^2	− 19,1	− 25,4		
$K^2 + S$			+ 102,2	+ 112,4
K^2S diss. + S^3			+ 12,4	+ 5,2
K^2S diss. + H^2S			+ 19,0	+ 7,8
$Na^2 + S$			+ 88,4	+ 103,2
Na^2S diss. + S^3 sol.			+ 10,2	+ 5,0
Na^2S diss. + H^2S			+ 18,6	+ 7,8
$Li^2 + S$				+ 115,2
$Sr + S$			+ 95,2	+ 106,0
$Ca + S$			+ 92,0	+ 98,0
$Ba + S$			x − 31,2	
$Mg + S$			+ 79,6	
$Al^2 + S^3$ (4)			+ 124,4	
$Mn + S$			+ 45,2	
$Fe + S$			+ 23,8	
$Zn + S$			+ 43,0	
$Cd + S$			+ 34,0	
$Co + S$			+ 21,8	
$Ni + S$			+ 19,4	
$Pb + S$			+ 17,8	
$Tl^2 + S$			+ 21,6	
$Cu^2 + S$			+ 20,2	
$Cu + S$			+ 10,2	
$Hg + S$			+ 19,8	
$Ag^2 + S$			+ 3,0	
$Sb^2 + S^3$			+ 34,0	
Sb^2S^3 orangé en noir			0,0	

Séléniures, Se *métallique*.

	gazeux.	crist.	amorphe.	dissous.
$H^2 + Se$	− 24,6			− 15,4
$K^2 + Se$		+ 79,4		+ 89,8
$Na^2 + Se$		+ 59,2		+ 78,4
$Li^2 + Se$		+ 79,2		+ 90,0

1. S solide : S gazeux dégage $2^{cal},6$ de plus. — 2. H^2S gazeux. — 3. H^2S dissous. — 4. Les sulfures métalliques suivants précipités.

Composants dans l'état actuel à 15°.	Chaleur de formation, le produit étant gazeux.	cristallisé.	amorphe.	dissous.
Ca + Se		+ 59		
Sr + Se		+ 68		
Ba + Se		x — 62,4		
Mn + Se		+ 30,6	+ 27,4	
Fe + Se		+ 18,4	+ 15,6	
Zn + Se		+ 40,4	+ 34 à 32,8	
Cd + Se		+ 24,2	+ 23 à 20,2	
Co + Se		+ 18,8	+ 15,2	
Ni + Se		+ 18,4	+ 14,4	
Pb + Se		+ 15,8	+ 13,0	
Tl^2 + Se		+ 17,8	+ 14,8	
Cu^2 + Se		+ 20,8		
Cu + Se			+ 9,6	
Hg + Se		+ 19,6	+ 16,0	
Ag^2 + Se		+ 5,2	+ 2,4	

Tellurures, Te *cristallisé.*

Composants	gazeux.	crist.	amorphe.	dissous.
H^2 + Te	— 35			
Fe + Te		+ 15,6		
Zn + Te		+ 37,2		
Cd + Te		+ 20,0		
Co + Te		+ 15,2		
Ni + Te		+ 15,0		
Pb + Te		+ 11,4		
Tl^2 + Te		+ 12,2		
Cu + Te		+ 14,2		

Oxydes.

Composants	gazeux.	liquide.	solide.	dissous.
H^2 + O	+ 58,2	+ 69,0	+ 70,4	
H^2 + O vers 2000°	+ 50,6			
— vers 4000°	+ 37,0			
H^2O + O				— 21,6
Cl^2 + O	— 15,2			— 5,8
Cl^2 + O^5 + H^2O				— 24,0
Cl^2 + O^7 + H^2O		— 30,8		+ 9,8
ClO^4H + H^2O		+ 12,6	+ 8,6 [1]	

1. H^2O solide.

Composants dans l'état actuel à 15°.	Chaleur de formation, le produit étant gazeux.	liquide.	solide.	dissous.
$ClO^4H + 2H^2O$			+ 15,0	
$Br^2 + O$				− 12,4
$Br^2 + O^5 + H^2O$				− 49,6
$I^2 + O$				<−10,4
$I^2 + O^5$			+ 45,6	+ 43,8
$I^2 + O^5 + H^2O$			+ 48,6	+ 43,8
$I^2 + O^7 + H^2O$				+ 27,0
Si amorphe + O^2			+ 219,2	+ 207,4
$S^2 + O^2 + H^2O$, hyposulf.				+ 67,2
$S^2 + O^5 + H^2O$, dithion.				+ 206,6
$S^4 + O^5 + H^2O$, tétrathion.				+ 202,6
$S + O^2$	+ 69,2			+ 76,8
$S + O^3$	+ 91,8		+ 103,6	+ 141
S solide + $O^3 + H^2O$		+ 124	+ 124,8	+ 141
$SO^4H^2 + H^2O$		+ 6,2	+ 9,0(1)	
$2SO^3$ dissous + O, persulf.				− 27,6
$Se + O^2$			+ 57,6	+ 56,8
$Se + O^3 + H^2O$				+ 77,2
$Te + O^2$				+ 81,2
$Te + O^3 + H^2O$				+ 107,0
$Az^2 + O$	− 20,6	− 16,2		
$Az + O$	− 21,6			
$Az^2 + O^3$	− 22,2			− 8,4
$Az + O^2$	− 2,6	+ 1,7		
$Az^2 + O^5$	− 1,2	+ 3,6	+ 11,8	+ 28,6
$Az + O^3 + H$	+ 34,4	+ 41,6	+ 42,2	+ 48,8
$Az^2 + O^5 + H^2O$	− 0,2	+ 14,2	+ 15,4	+ 28,6
$AzO^3H + 2H^2O$		+ 5,0		
$P^2 + O + 3H^2O$		+ 70,0	+ 74,8	+ 74,4
$P^2 + O^3 + 3H^2O$		+244,2	+ 250,2	+ 250,0
$P^2 + O^5$			+ 363,8	+ 405,4
P^2O^5 amorphe en crist.			+ 6,6	
$P^2O^5 + 4H^2O$, pyrophosph.			+ 39	
$P^2O^5 + 3H^2O$			+ 338	+ 405,4
$As^2 + O^3$			+ 154,6	+ 147,0
$As^2 + O^5$			+ 219,4	+ 225,4
$As^2O^5 + 3H^2O$			+ 6,8	
B^2 amorphe + O^3			+ 312,6	+ 319,8
$B^2O^3 + 3H^2O$			+ 16,8	

1. H^2O solide.

Composants dans l'état actuel à 15°.	Chaleur de formation, le produit étant gazeux.	liquide.	solide.	dissous.
Oxydes métalliques.				
$K^2 + O$			+ 97,2	+ 164,6
$K^2O + H^2O$			+ 42,4	
$Na^2 + O$			+ 100,2	+ 145,2
$Na^2O + H^2O$			+ 35,4	
$Li^2 + O$			+ 140,0	+ 166,6
$Li^2O + H^2O$			+ 13,4	
$Ca + O$			+ 132,0	+ 150,1
$CaO + H^2O$			+ 15	
$Sr + O$			+ 131,4	+ 158,2
$Sr O + H^2O$			+ 17,2	
$Ba + O$			x	$x + 28,0$
$BaO + H^2O$			+ 17,6	
$BaO + O$			+ 12,1	
$BaO^2 + H^2O$			+ 2,8	
$BaO^2 + H^2O^2$			+ 10,2	
$Mg + O + H^2O$			+ 149,8	
$Al^2 + O^3 + 3H^2O$			+ 391,6	
$Mn + O$ (hydraté)			+ 94,8	
$Mn + O^2$ —			+ 116,2	
$Mn^2 + O^7 + H^2O$				+ 178
$Cr^2O^3 + O^3$			+ 6,2	+ 8,4
$Fe + O$ (hydraté)			+ 69,0	
$Fe^2 + O^3$ —			+ 191,2	
$Fe^3 + O^4$			+ 269	
$FeO + Fe^2O^3$			+ 9,0	
$Ni + O$, hydraté			+ 61,4	
$Ni^2 + O^3$, —			+ 122,2	
$Co + O$, —			+ 64,0	
$Co^2 + O^3$, —			+ 150,6	
$Au^2 + O^3$, —			— 11.2	
$Zn + O$, —			+ 86,4	
$Zn + O + H^2O$			+ 83,6	
$Cd + O$, hydraté			+ 66,4	
$Pb + O$			+ 51,0	
$PbO + H^2O$			+ 2,4	
$Pb + O^2$			+ 63,2	
$Tl^2 + O$			+ 43,0	+ 40,0
$Tl^2 + O + H^2O$			+ 46,2	+ 40,0
$Tl^2 + O^3 + 3H^2O$			+ 83,4	
$Cu^2 + O$			+ 42,0	
$Cu + O$			+ 40,4	

Composants dans l'état actuel à 15°.	Chaleur de formation, le produit étant gazeux.	liquide.	solide.	dissous.
$Cu + O + H^2O$			+ 38,0	
$Sn + O$, hydraté			+ 69,8	
$Sn + O^2$, —			+ 135,8	
$Hg^2 + O$			+ 24,8	
$Hg + O$			+ 22,4	
$Ag^2 + O$			+ 7,0	
$2Ag^2 + O^3$			+ 21,0	
$Pt + O$			+ 15,0	
$Pd + O$, hydraté			+ 20,0	
$Pd + O^2$, —			+ 30,4	
$Bi^2 + O^3$			+ 137,8	
$Sb^2 + O^3$			+ 167,4	
$Sb^2 + O^4$			+ 248,6	
$Sb^2 + O^5$			+ 228,8	
Composés cyaniques, Cy gazeux.				
C diamant + Az	— 73,9			— 67,1
$Cy + H$	+ 7,8	+ 13,5		+ 13,1
$Cy + Cl$	— 1,6	+ 9,9		
$Cy + I$ gaz			+ 6,3	
$Cy + K$			+ 67,6	+ 64,7
$Cy + Na$			+ 60,4	+ 59,9
$Cy^2 + Ca$				+ 115,4
$Cy^2 + Sr$				+ 117,4
$Cy^2 + Ba$			$x - 8,6$	$x - 6,8$
$Cy^2 + Zn$			+ 58,6	
$Cy^2 + Cd$			+ 40,0	
$Cy^2 + Pd$			+ 23,6	
$Cy^2 + Hg$			+ 24,4	+ 21,4
$Cy + Ag$			+ 3,9	
$KCy + O$			+ 72,0	+ 69,7
$Cy + H + S$				+ 19,9
$Cy + K + S$			+ 87,8	+ 81,7
$Cy + Na + S$				+ 77,1
$Cy^2 + Hg + S^2$			+ 36,0	
$Cy^2 + Pb + S^2$			+ 43,6	
$Cy + S + Ag$			+ 16,5	
$Fe + H^4 + Cy^6$			+ 106,8	+ 107,2
$Fe + K^4 + Cy^6$			+ 365,2	+ 370,6 (1)
$Fe^7 + Cy^{18}$ = bleu de Prusse			+ 556,0	
$Fe^2 + H^6 + Cy^{12}$				+ 154,8
$Fe^2 + K^6 + Cy^{12}$			+ 557,4	+ 528,6
$HgCy^2 + 2KCy$			+ 17,6	+ 12,4 (2)

1. KCy dissous. — 2. Composants dissous.

Composants dans l'état actuel à 15°.	Chaleur de formation, le produit étant gazeux	liquide.	solide.	dissous.
$AgCy + KCy$			+ 11,2	
$HgCy^2 + KI$			+ 6,5	+ 2,7[1]
$HgCy^2 + KBr$			+ 3,9	+ 0,5[1]
$HgCy^2 + KCl$			+ 1,6	+ 0,15[1]
Composés divers.				
Si amorphe $+ H^4$	+ 32,9			
$P^4 + H^2$			+ 35,4	
$As + H^3$	− 36,7			
$H^2 + n$Pt			+ 17,4	
$H^2 + n$Pd			+ 9,4	
$Az^2 + H^4$				− 1,7
$Az^3 + H$				− 55,2
$Az + H^3 + O$			+ 27,4	+ 23,8
24 Hg liq. $+ K^2$			+ 68,4	+ 51,4[2]
12 Hg liq. $+ Na^2$			+ 43,2	+ 37,6[2]
7 Hg liq. $+ 2Na^2$			+ 60,8	
Sels ammoniacaux.				
$Az + H^3$	+ 12,2			+ 21,0
$Az + H^5 + O$				+ 19,0
$HCl + AzH^3$			+ 42,5	
$HBr + AzH^3$			+ 45,6	
$HI + AzH^3$			+ 44,2	
$HCy + AzH^3$			+ 20,5	
$H^2S + AzH^3$			+ 23,0	
$H^2Se + AzH^3$			+ 29,9	
AzO^3H gaz $+ AzH^3$			+ 41,9	
CH^2O^2 gaz $+ AzH^3$			+ 29,0	
$C^2H^4O^2$ gaz $+ AzH^3$			+ 26,0	
$C^7H^6O^2$ solide $+ AzH^3$			+ 17,0	
$C^2H^4O^3$ solide $+ AzH^3$			+ 21,5	
$C^6H^3(AzO^2)^3O$ solide $+ AzH^3$			+ 22,9	
SO^4H^2 solide $+ 2AzH^3$			+ 67,6	
$C^2H^2O^4$ solide $+ 2AzH^3$			+ 48,8	
$C^4H^6O^6$ solide $+ 2AzH^3$			+ 39,4	
SO^2 gaz $+ H^2O$ gaz $+ 2AzH^3$			+ 64,8	
$2SO^2$ gaz $+ H^2O$ gaz $+ 2AzH^3$			+ 80,0	
$CO^2 + H^2O + AzH^3$			+ 30,4	
$P + H^3$	+ 11,6			
$PH^3 + HBr$			+ 23,0	
$PH^3 + HI$			+ 24,2	

1. Composants dissous. — 2. Dissous dans un excès de mercure.

(192) *Formation des sels solides.*

Acide hydraté solide + base hydratée solide = sel solide + eau solide.

La chaleur dégagée ne varie pas sensiblement avec la température.

Métal. M	• AzO^3M. Nitrates.	CHO^2M. Formiates.	$C^2H^3O^2M$. Acétates.	$C^7H^5O^2M$. Benzoates.	$C^6H^2(AzO^2)^3OM$. Picrates.	C^6H^5OM. Phénates.	IO^3M. Iodates.	1/2 SO^4M^2. Sulfates.	1/2 $C^2O^4M^2$. Oxalates.	1/2 $C^4H^4O^6M^2$. Tartrates.	1/2 $C^4H^5O^4M^2$. Succinates.	$C^2H^3O^3M$. Glycolates.	C^2HO^3M. Glyoxylates.
K	+42,6	+25,5	+21,9	+22,5	+30,5	+17,7	+31,5	+40,7	+29,4	+27,1	+23,2	+26,5	
Na	+36,1	+22,3	+18,3	+17,4	+24,3	»	»	+34,7	+26,5	+22,9	+20,0	+24,6	+26,8
1/2 Ba	+31,7	+18,5	+15,2	»	+15,6	»	+25,6	+33,0	+20,8(1)	»	»	»	
1/2 Sr	+29,2	+16,7	+14,7	»	+13,0	»	»	+29,5	+21,3(1)	»	»	»	
1/2 Ca	»	+13,5	+10,6	+ 8,2	+ 8,5	»	»	+24,7	+18,9(1)	+16,7	»	+13,5	+15,6
1/2 Mn	»	+ 7,6	+ 4,5	»	»	»	»	+15,6	+13,2(1)	»	»	»	
1/2 Zn	»	+ 6,2	+ 3,3	»	— 1,2	»	»	+11,9	+11,5(1)	»	»	»	
1/2 Cu	»	+ 5,4	+ 4,3	»	+ 0,5	»	»	+10,5	»	»	»	»	
1/2 Pb	+19,7	+ 9,1	+ 5,1	»	+ 4,8	»	»	+19,9	+13,1	»	»	+ 8,4	
Ag	+18,0	»	+ 7,6	»	»	»	»	+17,9	+12,5	»	»	»	

	Phtalates ortho	Phtalates méta	Phtalates para
Na	+28,8	+25,2	+24,1
1/2 Pb	+ 9,7	+ 6,8	+ 8,0
Ag	+ 9,8	+ 8,8	+11,8

1. Ce nombre se rapporte au sel précipité, qui renferme de l'eau combinée.

(198) *Formation des sels solides depuis les éléments pris dans l'état actuel.*

Nitrates.	
$Az + O^3 + K$	+118,7
$Az + O^3 + Na$	110,6
$Az^2 + O^3 + H^4$	87,9
$Az + O^3 + Li$	111,2
$Az^2 + O^6 + Sr$	219,6
$Az^2 + O^6 + Ca$	202,4
$Az^2 + O^6 + Pb$	105,6
$Az + O^3 + Tl$	58,1
$Az + O^3 + Ag$	28,7
Sulfates.	
$S + O^4 + K^2$	342,2
$S + O^4 + Na^2$	326,4
$S + O^4 + Az^2 + H^8$	282,2
$S + O^4 + Sr$	329,4
$S + O^4 + Ca$	320
$S + O^4 + Mg$	301,2
$S + O^4 + Mn$	247,6
$S + O^4 + Pb$	214,0
$S + O^4 + Zn$	228,8
$S + O^4 + Cu$	180,4
$S + O^4 + Ag^2$	165,8
$S^2 + O^7 + K^2$	472,0
Hyposulfate.	
$S^2 + O^6 + K^2$	411,4
Hyposulfite.	
$S^2 + O^3 + K^2$	266,8
Sulfites.	
$S + O^3 + K^2$	271,6
$S^2 + O^5 + K^2$	369,2
$S + O^3 + Na^2$	261
$S^2 + O^5 + Na^2$	348,4
$S^2 + O^6 + Mg$	223
$S + O^3 + H^8 + Az^2$	215,4
$S^2 + O^5 + H^8 + Az^2$	300
Phosphates.	
$P + O^4 + Na^3$	451,6
$P^2 + O^8 + Ca^3$	921,2
Chlorates.	
$K + Cl + O^3$	94,6
$Na + Cl + O^3$	85,4

Perchlorates.	
$Cl + O^4 + K$	+112,5
$Cl + O^4 + Na$	110,2
$Cl + O^4 + Az + H^4$	79,7
Bromate.	
Br gaz $+ O^3 + K$	87,6
Iodate.	
I gaz $+ O^3 + K$	128,4
Carbonates, C diamant.	
$C + O^3 + K^2$	278,0
$C + O^3 + Na^2$	270,4
$C + O^3 + Sr$	279,0
$C + O^3 + Ca$	269,6
$C + O^3 + Mg$	267,8
$C + O^3 + Mn$	208,2
$C + O^3 + Pb$	166,6
$C + O^3 + Zn$	194,4
$C + O^3 + Ag^2$	120,6
Formiates.	
$C + H + K + O^2$	155,1
$C + H + Na + O^2$	149,9
Acétates.	
$C^2 + H^3 + K + O^2$	185,4
$C^2 + H^3 + Na + O^2$	179,8
$C^2 + H^3 + Ag + O^2$	149,5
Oxalates.	
$C^2 + K^2 + O^4$	324,2
$C^2 + Na^2 + O^4$	314,4
$C^2 + H^8 + Az^2 + O^4$	273,0
$C^2 + Ag^2 + O^4$	159,1
Sels ammoniacaux.	
$Az + H^4 + Cl$	76,7
$Az + H^4 + Br$ gaz	71,2
$Az + H^4 + I$ gaz	56,0
$Az + H^5 + S$ gaz	42,4
$Az^2 + H^4 + O^2$	64,8
$Az + H^5 + Se$	35
$Az + H^4 + S + Cy$	59,1
$Az + H^4 + Cy$	40,5
$O + Az + H^4 + Cl$	70,8

(194) *Formation de quelques sels solides, les composants pris dans leur état actuel.*

	Calories.		Calories.
$KCl + O^3$	−11	$C^2H^4O^2$ solide + $C^2H^3NaO^2$	+ 0,1
$KBr + O^3$	−11,1	$2C^2H^4O^2$ solide + $C^2H^3NaO^2$	+ 5,5
$KI + O^3$	+44,1	$SO^4K^2 + SO^4Zn$	+ 4,2
$KCl + O^4$	+ 7,5	$SO^4K^2 + SO^4Cu$	+ 0,6
$NaCl + O^4$	+ 3,0	$SO^4K^2 + SO^4Mn$	+ 1,0
$BaCl^2 + O^8$	+ 2,2	$SO^4Na^2 + SO^4Zn$	+ 3,0
$SO^3 + SO^4K^2$	+26,2	$SO^4Na^2 + SO^4Mn$	+ 1,8
SO^4H^2 solide + SO^4K^2	+15,0	$KCl + MgCl^2$	+ 3,0
SO^4H^2 solide + SO^4Na^2	+16,2	$2KCl$ + ($MgCl^2$, $6H^2O$)	+ 2,2
$CrO^3 + K^2CrO^4$	+ 3,8	$2KCl + CaCl^2$	+ 2,6
$IO^3H + IO^3K$	+ 3,1	$CO^3K^2 + CO^3Na^2$	+ 4,0
$C^2H^2O^4 + C^2Na^2O^4$	+ 3,8	$SO^4K^2 + SO^4Mg$	+ 8,8
$C^4H^6O^6 + C^4H^4Na^2O^6$	+ 6,6	$SO^4Na^2 + SO^4Mg$	+ 4,4

(195) *Formation des hydrates secondaires vers 15°, en partant de l'eau liquide.*

	Calories.		Calories.
$HCl + 2H^2O$, liq.	+11,6	SO^4H^2 liq. + nH^2O, liq.	+17,0
— sol.	+14,1	$C^2H^2O^4 + 2H^2O$, sol.	+ 6,2
$HCl + 6{,}5\,H^2O$, liq.	+16,5	$C^4H^6O^6 + H^2O$ (ac. racémique), sol.	+ 1,4
$HCl + nH^2O$, liq.	+17,4	AzH^3 gaz + H^2O, liq	+ 7,6
$HBr + 2H^2O$, liq.	+14,2	AzH^3 gaz + nH^2O, liq.	+ 8,8
$HBr + 4{,}5\,H^2O$, liq.	+17,5	$KHO + H^2O$, sol.	+ 8,9
$HBr + nH^2O$, liq.	+20,0	$KHO + 2H^2O$, sol.	+12,5
$HI + 3H^2O$, liq.	+15,6	$KHO + nH^2O$, liq.	+12,5
$HI + 4{,}5\,H^2O$, liq.	+17,0	$NaHO + nH^2O$, liq.	+ 9,8
$HI + 6{,}5\,H^2O$, liq.	+18,2	$BaH^2O^2 + 9H^2O$, crist.	+24,4
$HI + nH^2O$, liq.	+19,5	$BaH^2O^2 + nH^2O$, liq.	+10,2
$HFl + nH^2O$, liq.	+11,8	$BaO^2 + 10H^2O$, crist.	+18,2
AzO^3H liq. + $2H^2O$, liq.	+ 5,0	$SrH^2O^2 + 9H^2O$, crist.	+24,8
AzO^3H liq. + $6{,}5\,H^2O$, liq.	+ 7,0	$(CH^3)^3Az$ gaz + $3{,}5\,H^2O$, liq.	+ 9,0
AzO^3H liq. + nH^2O, liq.	+ 7,2	— + nH^2O, liq.	+12,9
SO^4H^2 liq. + H^2O, liq.	+ 6,2		

nH^2O correspond à l'emploi d'un excès d'eau et d'une grande dilution ; liq., sol. et crist. indiquent l'état liquide, solide ou cristallisé du produit de la réaction thermique.

(196) *Formation de quantités équivalentes de divers sels, dans l'état dissous ou précipité, au moyen des acides dissous et des bases dissoutes ou précipitées.*

	HCl = 2 lit.	AzO^3H = 2 lit.	$C^2H^4O^2$ = 2 lit.	CH^2O^2 = 2 lit.	$1/2\,C^2H^2O^4$ = 4 lit.	$1/2\,SO^4H^2$ = 2 lit.	$1/2\,H^2S$ = 8 lit.	HCy = 2 lit.	$1/2\,CO^2$ = 15 lit.
NaHO = 2 lit.	13,7	13,7	13,3	13,4	14,3	15,85	3,85	2,9	10,2
KHO = 2 lit.	13,7	13,8	13,3	13,4	14,3	15,7	3,85	3,0	10,1
AzH^3 = 2 lit.	12,45	12,5	12,0	11,9	12,7	14,5	3,1	1,3	5,3
1/2 CaO = 25 lit.	14,0	13,9	13,4	13,5	18,5 pr.	15,6	3,9	3,2	9,8 pr.
1/2 BaO = 6 lit.	13,85	13,9	13,4	13,5	16,7	18,4 pr.	»	3,2	11,1
1/2 SrO = 10 lit.	14,0	13,9	13,3	13,5	17,6	15,4 pr.	»	3,1	10,5 pr.
1/2 MgO pr. (1)	13,8	13,8	»	»	»	15,6	»	»	9,0
1/2 MnO pr.	11,8	11,7	11,3	10,7	14,3	13,5	5,1 pr.	»	6,8 crist.
1/2 FeO pr.	10,7	»	9,9	»	»	12,5	7,3	»	5,0
1/2 NiO pr.	11,3	»	»	»	»	13,1	»	»	»
1/2 CoO pr.	10,6	»	»	»	»	13,3	»	»	»
1/2 CdO pr.	10,1	10,1	»	»	»	11,9	»	7,2 pr.	»
1/2 ZnO pr.	9,8	9,8	8,9	9,1	12,5	11,7	9,6	7,3 pr.	5,5
1/2 PbO pr.	10,7 crist.	7,7	6,5	6,6	12,8	10,7 pr.	13,3	»	6,7
1/2 CuO pr.	7,5	7,5	6,2	6,6	»	9,2	15,8	»	2,4
1/2 HgO pr. (2)	9,45	»	3,0	»	7,0	»	24,35	15,5	»
1/2 Ag^2O pr. (3)	20,1	5,2	4,7	»	12,9	7,2	27,9	20,9	6,9
1/6 Al^2O^3 hydr.	9,3	»	»	»	»	10,5	»	»	»
1/6 Fe^2O^3 hydr.	5,9	5,9	4,5	»	»	5,7	»	»	»
1/6 Cr^2O^3 des sels viol.	6,9	»	»	»	»	8,2	»	»	»

1. Avec les oxydes insolubles, on a dissous l'équivalent d'acide dans 4 litres d'eau.
2. 1/2 HgO + HBr dissous = + 13,7 ; + HI dissous = HgI^2 rouge + 23,2.
3. 1/2 Ag^2O + HBr dissous = 22,5 à 25,5 ; + HI dissous + 26,5, puis 32,1.

(197) *Formation de quelques sels dissous.*

Acides dissous, base précipitée, vers 15°.

	Calor.		Calor.
1/3 $Gl^2O^3 + SO^4H^2$	+16,0	Cr^2O^3 préparé par	
$LaO + 2HCl$	+25,0	NaHO en exc. + 6HCl	+20,0
$CeO + SO^4H^2$	+26,0	$Cu^2O + 2HCl$	+15,0
$+ 2HCl$	+24,2	$+ 2HBr$	+20,8
$DiO + SO^4H^2$	+25,6	$+ 2HI$	+33,8
$+ 2HCl$	+24,0	1/2 Au^2O^3 hydr. + 3HBr	+29,1
$YO + SO^4H^2$	+25,0	$+ 4HBr$	+36,8
$+ 2HCl$	+23,6	$+ 3HCl$	+18,5
$ErO + 2C^2H^4O^2$	+18,4	$+ 4HCl$	+23,8
$SnO + 2HCl$	+ 2,8	PdO hydr. + 2HCl	+10,0
SnO^2 gél. + 4HCl	+ 3,0	+ 2HBr	+14,8
Cr^2O^3 (du chlorure + 6HCl	+41,4	+ 2HI, pr.	+35,8
+ 4 ou 6HCl	+28,4	+ 2HCy, pr.	+44,8

(198) *Sels des acides polybasiques.*

1 équivalent de base alcaline dissous dans 2 litres d'eau et l'acide dans un volume d'eau équivalent vers 15°.

	Mol. de base.	NaHO	KHO	AzH^3	1/2 BaO (= 6 litres)
SO^4H^2	1	+14,7	+14,6	+ 13,6	»
	2	31,7	31,4	29,0	»
$C^2H^2O^4$	1	13,8	13,8	»	»
	2	28,6	28,6	25,4	»
$C^4H^6O^6$	1	12,9	»	»	»
	2	25,9	»	»	»
CO^2	1	11,0	11,1	9,7	»
	2	20,2	20,4	12,4 à 10,6	»
Bo^2O^3	1	11,6	»	8	»
	2	19,8 (var.)	»	11,6	»
$C^6H^8O^7$	1er	12,6 } 38,7	»	11,2 } 33,9	+13,4
	2e	12,8	»	11,2	14,3
	3e	13,2	»	11,5	39,5 crist.
	4e	0,8 à 0	»	0,2	
PO^4H^3 (1)	1er	14,7	»	13,5	15,1 } 30,3
	2e	11,6	»	12,8 puis 9,3	10,3
	3e	7,3	»	6,8 puis 0,2	5,1
	4e	1,6	»	»	»
IO^6H^5	1er	»	5,55	»	»
	2e	»	21,45	»	»
	3e	»	3,1	»	»
	4-5e	»	3,1	»	»

1. PO^4H^3 + 1/2, 2/2, 3/2 CuO = + 14,8, + 9,7, + 5,4.
— + — SrO = + 15,0, + 10,3, + 5,0.

(199) *Formation des sels dissous vers* 15°.

Acide dissous, base diluée (sauf indications).

	Calories.
HFl diss. + NaHO	+ 16,3
SiH^2Fl^6 + NaHO	+ 13,3
SiH^2Fl^6 + 2NaHO	+ 26,6
SiH^2Fl^6 + 3NaHO	+ 35,0
SiH^2Fl^6 + 6NaHO	+ 61,4
SiH^2Fl^6 + 12NaHO	+ 71,0
6FlH diss. + SiO^2 pr.	+ 32,7
H^2S diss. + NaHO	+ 7,7
H^2S diss. + 2NaHO	+ 7,8
H^2Se diss. + NaHO	+ 7,4
H^2Se diss. + 2NaHO	+ 7,6
$FeCy^6H^4$ diss. + 4KHO	+ 54
$FeCy^6H^4$ diss. + 2BaO	+ 56
$FeCy^6H^4$ diss. + $4AzH^3$	+ 48,8
$FeCy^6H^4$ diss. + 2/3 Fe^2O^3 pr.	+ 25,2
$Fe^2Cy^{12}H^6$ diss. + 6KHO	+ 58
CySH diss. + KHO	+ 14,0
CySH diss. + AzH^3	+ 12,55
AzO^2H diss. + 1/2 BaO	+ 9,3
AzO^2H diss. + AzH^3	+ 8,8
AzO^2H diss. + 1/2 Ag^2O pr.	+ 3,4
1/4 Az^4O^3 diss. + KHO	+ 5,3
1/4 Az^4O^3 diss. + 1/2 Ag^2O pr.	+ 11,1
ClO^4H dil. + NaHO	+ 14,2
ClO^4H dil. + 1/2 BaO	+ 14,5
ClO^4H dil. + AzH^3	+ 12,9

	Calories.
ClOH dil. + KHO	+ 9,6
ClOH dil. + NaHO	+ 9,5
ClOH dil. + 1/2 BaO	+ 9.8
IO^3H dil. + KHO	+ 14.3
IO^3H dil. + 2KHO	+ 14,7
$S^2O^3H^2$ dil. + 2NaHO	+ 27,0
SO^2 dil. + 2KHO	+ 31,8
SO^2 dil. + $2AzH^3$	+ 25,4
SO^2 dil. + BaO	+ 34,6
SO^2 dil. + KHO	+ 17,9
SO^2 dil. + AzH^3	+ 14,8
SO^2 dil. + 1/2 BaO	+ 17,3 et 19,4
SeO^2 diss. + 2NaHO	+ 27,4
SeO^2 diss. + NaHO	+ 14,8
SeO^3 diss. + 2NaHO	+ 30,4
SeO^3 diss. + NaHO	+ 14,8
PH^3O^2 dil. + NaHO	+ 15,2
PO^3H^3 dil. + NaHO	+ 14,8
PO^3H^3 dil. + 2NaHO	+ 28,4
PO^3H dil. + NaHO	+ 14,5
$P^2O^7H^4$ dil. + 2NaHO	+ 29,6
$P^2O^7H^4$ dil. + 4NaHO	+ 52,8
AsO^4H^3 diss. + NaHO	+ 15
AsO^4H^3 diss. + 2NaHO	+ 27,6
AsO^4H^3 diss. + 3NaHO	+ 35,9
AsO^4H^3 diss. + 6NaHO	+ 37,4

	Calories.
AsO^3H^3 diss. + NaHO	+ 13,8
AsO^3H^3 diss. + 2NaHO	+ 15,1
AsO^3H^3 diss. + 1/2 NaHO	+ 7,3
SiO^2 gél. + NaHO	+ 4,3 (var.)
SnO^2 gél. + NaHO	+ 4,8
CrO^3 dil. + KHO	+ 13,5
CrO^3 dil. + 2KHO	+ 25,4
$PtCl^6H^2$ dil. + 2NaHO	+ 27,2
$C^3H^6O^2$ dil. + 1/2 BaO	+ 13,4
$C^4H^8O^2$ dil. + NaHO	+ 13,7
$C^5H^{10}O^2$ dil + NaHO	+ 14,0
$C^5H^{10}O^2$ dil + AzH^3	+ 12,7
$C^4H^6O^4$ diss. + 2NaHO	+ 26,4
$C^4H^6O^4$ diss. + KHO	+ 13,6
$C^4H^6O^4$ diss. + 2KHO	+ 26,4
$C^4H^6O^4$ diss. + $2AzH^3$	+ 23,0
$C^5H^6O^3$ acrylacét. diss. + NaHO	+ 12,5
$C^2H^4O^3$ glycol. diss. + NaHO	+ 13,6
$C^2H^4O^3$ glycol. diss. + 1/2 CaO	+ 13,9
$C^2H^4O^3$ glycol. diss. + AzH^3	+ 12,2
$C^3H^6O^3$ lactique diss. + NaHO	+ 13,5
$C^2H^2O^3$ glyoxyl. diss + NaHO	+ 13,2
$C^2H^2O^3$ glyoxyl. diss + 2NaHO	+ 15,3
$C^2H^2O^3$ glyoxyl. diss + AzH^3	+ 12,1
$C^4H^6O^6$ tartr. diss. + NaOH	+ 12,7
$C^4H^6O^6$ tartr. diss. + 2NaOH	+ 25,2
$C^2H^6SO^4$ iséthion. diss. + NaOH	+ 13,7
— éthylsulfur. diss. + NaOH	+ 13,7
— éthylsulfur. diss. + 1/2BaO	+ 13,9

	Calories.
$C^2H^2O^2(SO^3H^2)^2$, glyoxaldisulf. + $2AzH^3$	+ 32,6
$C^7H^6O^5$ gallique diss. + NaHO	+ 13,1
$C^7H^6O^5$ gallique diss. + 2NaHO	+ 20,4
$C^7H^6O^5$ gallique diss. + 3NaHO	+ 26,4
$C^6H^6SO^3$, phénylsulf. diss. + NaHO	+ 13,6
$C^6H^6SO^3$, phénylsulf. diss. + 1/2 BaO	+ 13,7
$C^7H^6O^4$, protocatéch. diss. + NaHO	+ 12,9
$C^7H^6O^4$, protocatéch. diss. + 2NaHO	+ 20,5
$C^5H^6O^4$ orthophtalique diss. + NaHO	+ 14,7
$C^5H^6O^4$ orthophtalique diss. + 2NaHO	+ 27,3
$C^7H^4O^7$ méconique, diss. + NaHO	+ 14,4
$C^7H^4O^7$ méconique, diss. + 2NaHO	+ 28,0
$C^7H^4O^7$ méconique, diss. + 3NaHO	+ 36,7
$C^7H^{12}O^6$ quinique, diss. + NaHO	+ 13,2
$C^{10}H^{16}O^4$ camphor. diss. + NaHO	+ 13,6
$C^{10}H^{16}O^4$ camphor. diss. + 2NaHO	+ 26,7
$C^{12}H^6O^{12}$ melliq. diss. + 1,2,3 NaOH	+ 14,6 × 1,2,3
$C^{12}H^6O^{12}$ melliq. diss. + 4,5,6 NaOH	+ 13,0 × 4,5,6
C^2H^3ClO, chloracét. dil. + NaHO	+ 14,4
C^2HCl^3O, trichloracét. dil. + NaHO	+ 14,1
$C^2H^5AzO^2$, glycocolle + NaHO	+ 2,9
$C^7H^5(AzO^2)O^2$ nitrobenz. + NaHO	+ 12,8
$C^7H^5(AzH^2)O^2$ amidobenz + NaHO	+ 9,3
$C^7H^6O^2$ benzoïque diss + NaHO	+ 13,5
$C^7H^6O^3$ salicyl. diss. + NaHO	+ 12,9
— + 2NaHO	+ 13,7
— métaoxybenz. diss. + NaHO	+ 12,8
— + 2NaHO	+ 21,7
— paroxybenz. diss. + NaHO	+ 13,0

	Calories.		Calories.
$C^7H^6O^3$ paroxybenz. diss. + 2NaHO	+ 23,3	$C^7H^6O^2$ aldéhyde salicyl. + NaHO..	+ 8,0
C^6H^6O phénol diss. + { NaHO ou KHO	+ 7,9	— — paroxybenz. + NaHO	+ 9,1
{ AzH^3.	+ 2,0	Aldéhyde méthylprotocatéch. + NaHO	+ 9,3
C^6H^5ClO, méta, diss. + NaOH......	+ 7,8	Alizarine + NaHO...............	+ 5,1
$C^6H^4Cl^2O$, méta, diss. + NaHO.....	+ 9,1	+ 2NaHO.............	+ 5,8
C^6H^5BrO diss. + NaHO............	+ 8,0	$C^6H^{14}O^6$ mannite diss. + KHO ou NaHO	+ 1,1 var.
$C^6H^5(AzO^2)O$ ortho, diss. + NaHO..	+ 9,3	$C^3H^8O^3$ glycérine diss. + NaHO diss.	+ 0,5 var.
$C^6H^3(AzO^2)^3O$ diss. + { AzH^3......	+ 12,7	AzH^3O hydroxylam. diss. + HCl dil	+ 9,2
{ NaHO......	+ 13,7	— + 1/2 H^2SO^4 dil	+ 10,8
{ 1/2 BaO..	+ 13,8	C^2H^5,AzH^2 éthylam. diss. + HCl dil.	+ 13,2
{ NaHO....	+ 8,2	+ 1/2 SO^4H^2 dil.	+ 15,2
$C^6H^4(CH^3)OH$ para et méta diss. + NaHO	+ 7,7	+ $C^2H^4O^2$ dil...	+ 12,9
$C^{10}H^8O$ naphtol α crist. + NaHO...	+ 2,8	$(CH^3)^3Az$ triméthyl diss. + HCl dil.	+ 9,0
» β » + NaHO...	+ 2,2	+ $C^2H^4O^2$ dil. ..	+ 8,3
$C^6H^6O^2$ résorcine diss. + 2NaHO...	+ 15,6	+ 1/2 SO^4H^2 dil.	+ 10,9
$C^7H^6O^2$ orcine diss. + NaHO......	+ 8,2	+ 1/2 CO^2 diss..	+ 4,4
— + 2NaHO...........	+ 15,3	$(CH^3)^4Az$ OH diss + 1/2 SO^4H^2 dil..	+ 15,5
$C^6H^6O^2$ hydroquinone + NaHO....	+ 8,6	CH^4Az^2O urée diss. + HCl dil.....	+ 0,1
— + 2NaHO.........	+ 14,4	$C^6H^5AzH^2$ aniline diss. + HCl dil...	+ 7,4
$C^6H^6O^2$ pyrocatéchine + NaHO.....	+ 6,3	Paratoluidine diss. + HCl dil.....	+ 8,2
— + 2NaHO.........	+ 7,7	Orthochloraniline diss. + HCl dil..	+ 6,3
$C^7H^8O^2$ saligénine diss. + NaHO...	+ 6,6	Méta — diss + HCl dil..	+ 6,6
$C^6H^6O^3$ phloroglucine + NaHO.....	+ 8,3	Para — diss. + HCl dil..	+ 7,2
+ 2NaHO...........	+ 16,7	Nitraniline + HCl dil.	+ 1,8
+ 3NaHO..........	+ 18,3	$(C^2H^5)^3SbO$ diss. + SO^4H^2 dil.. ...	+ 1,8
$C^6H^6O^3$ pyrogallol + NaHO........	+ 6,4	Glycocolle diss. + HCl dil........	+ 1,1
+ 2NaHO............	+ 12,8	Acide amidobenzoïq. diss. + HCl dil.	+ 2,8
+ 3NaHO.............	+ 13,8	Méthylquinine + 1/2 SO^4H^2 dil....	+ 10,0

(200) *Chaleurs de formation des composés organiques depuis les éléments* (C diamant, les autres gazeux), *et chaleurs de combustion à pression constante* (*état actuel*).

	Chaleur de formation, le produit étant gazeux.	liquide.	solide.	dissous.	Chaleur de combustion.
Composés simples et hydrocarbures.					
C amorphe en diamant			+ 3,35		97
Oxyde de carbone $C + O$	+ 26,1				68,2
Acide carbonique $C + O^2$	+ 94,3		+100,1	+ 99,6	
Oxychlorure de carbone $CO + Cl^2$	+ 19,1				
Sulfure de carbone $C + S^2$	— 9,5	— 12,7			
Acétylène $C^2 + H^2$ ou $2(C + H)$	— 58,1				315,7
Éthylène $C^2 + H^4$ ou $2(C + H^2)$	— 14,6				341,1
Éthane $C^2 + H^6$ ou $2(C + H^3)$	+ 23,3				372,3
Méthane $C + H^4$	+ 18,9				213,5
Allylène $C^3 + H^4$	— 52,6				473,6
Propylène $C^3 + H^6$	— 9,4				499,3
Propane $C^3 + H^8$	+ 30,5				528,4
Amylène $C^5 + H^{10}$	+ 6,9	+ 12,1			804,4
Diamylène $(C^{10} + H^{20})$	+ 29,1	+ 36,0			1597
Benzine $C^6 + H^6$	— 10,2	— 3,2	— 0,9		776
Dipropargyle $C^6 + H^6$	— 8,1				853,6 gaz
Diallyle $C^6 + H^{10}$	+ 6,5				904,3 gaz
Camphène crist. inactif $C^{10} + H^{16}$			+ 19,8		1469,2
Citrène —	+ 12,2	+ 21,7			1473,3
Térébenthène liq. —	— 5,2	+ 4,2			1490,8
Cymène $C^{10} + H^{14}$ —		+ 24,4			1401,6
Cétène $C^{16} + H^{32}$		+122,8			2490

	Chaleur de formation, le produit étant				Chaleur de combustion.
	gazeux.	liquide.	solide.	dissous.	
Naphtaline $C^{10} + H^{8}$			— 23,7		1242,7
Diphényle $C^{12} + H^{10}$			— 33,5		1510.1
Acénaphtène $C^{12} + H^{10}$			— 44,6		1521,2
Dibenzyle $C^{14} + H^{14}$			— 27		1830,2
Stilbène $C^{14} + H^{12}$			— 43,1		1777,3
Anthracène $C^{14} + H^{10}$			— 42,4		1707,6
Phénanthrène —			— 35,2		1700,4
Rétène $C^{18} + H^{18}$			— 7,7		2326,1
Alcools.					
Alcool méthylique $C + H^{4} + O$	+ 53,9	+ 62,3		+ 64,3	170
— éthylique $C^{2} + H^{6} + O$	+ 59,8	+ 69,9		+ 72,4	325,7
Alc. propylique $C^{3} + H^{8} + O$, normal et secondaire.		+ 67,9		+ 70,9	478-491
Alcool butylique $C^{4} + H^{10} + O$, fermentation		+ 85,2		+ 88,1	633-637
— amylique $C^{5} + H^{12} + O$, isomères	+ 83,5	+ 94,5		+ 97,3	788-793
— caprylique $C^{5} + H^{18} + O$		+112,8			1262
— éthalique $C^{16} + H^{34} + O$			+116,6		2565
— allylique $C^{3} + H^{6} + O$		+ 46,9	+ 48,9		442,6
Éthylvinylcarbinol, $C^{5} + H^{10} + O$		+ 63,5			753
Allyldiméthylcarbinol $C^{6} + H^{12} + O$		+ 65,8			914
Allyldipropylcarbinol $C^{10} + H^{20} + O$		+ 88,0			1545
Menthol $C^{10}H^{20} + O$		+124			1509
Diallylméthylcarbinol $C^{8} + H^{14} + O$		+ 36,4			1201
Phénol $C^{6} + H^{6} + O$		+ 33,5	+ 36,8	+ 34,8	736,4
Glycol $C^{2} + H^{6} + O^{2}$		+112,3		+114	283

	Chaleur de formation, le produit étant				Chaleur de combustion.
	gazeux.	liquide.	solide.	dissous.	
Propylglycols $C^3 + H^8 + O^2$		+127,9			431 à 436
Pinacone $C^6 + H^{14} + O^2$			+150,4		898
Glycérine $C^3 + H^8 + O^3$		+166,4	+170,3	+164,9	392,5
Mannite, dulcite $C^6 + H^{14} + O^6$			+320,3	+315,7Mn	728,5
Glucose $C^6H^{12}O^6$ et isomères			+306,8	+303.8Gl	673
Oxyde de méthyle $C^2 + H^6 + O$	+ 51,4			+ 59,7	344,2
— d'éthyle (éther) $C^4 + H^{10} + O$	+ 66,5	+ 73,2		+ 79,2	649
— d'éthylène $C^2 + H^4 + O$	+ 18,3	+ 24,4		+ 25,9	308,4 gaz
Polyglucosides (amidon, gommes, etc.) $n(C^6+H^{10}+O^5)$			+225,8 à 243,8		667 à 685
Cellulose (coton) $C^6 + H^{10} + O^5$			+228,8		682
Saccharose $C^{12} + H^{22} + O^{11}$ et isomères			+533,8		1355
Éthylate de sodium $C^2 + H^5 + Na + O$			+103,3		
Méthylate — $C + H^3 + Na + O$			+ 95,5		

Aldéhydes.

	gazeux.	liquide.	solide.	dissous.	Chaleur de combustion.
Aldéhyde $C^2 + H^4 + O$	+ 51,1	+ 57,1		+ 60,7	269,5
Aldol $C^4 + H^8 + O^2$		+106,3			546,9
Paraldéhyde $C^6 + H^{12} + O^3$		+166,6			813,2
Acétone $C^3 + H^6 + O$	+ 58,4	+ 65,9		+ 68,4	424
Aldéhyde propionique —		+ 69,9		+ 73,9	420
— valérique $C^5 + H^{10} + O$		+ 769			742
Diéthylacétone, —	+ 81,1				736,9
Dipropylacétone $C^7 + H^{14} + O$	+ 89,1				1053,9
Diisopropylacétone —	+ 97,1				1045,7

	Chaleur de formation, le produit étant				Chaleur de combustion.
	gazeux.	liquide.	solide.	dissous.	
Méthylhexylacétone $C^8 + H^{16} + O$	+ 94,4				1211,8
Aldéhyde crotonique $C^4 + H^6 + O$		+ 42,2			542,3
Œnanthol $C^7 + H^{14} + O$		+ 80,1			1063
Méthylal $C^3 + H^8 + O^2$	+119,1	+125,0		+128,2	434
Acétal $C^6 + H^{14} + O^2$		+129,8			918,6
Oxyde de mésityle $C^6 + H^{10} + O$		+ 64,8			846,1
Glyoxal $C^2H^2O^2$ diss. + $S^2O^5K^2$ diss.				+ 15,0	
— $C^2H^2O^2$ diss. + $S^2O^5Az^2H^8$ diss.				+ 14,2	
Quinone $C^6 + H^4 + O^2$			+ 47		656,8

Éthers (1).

	gazeux.	liquide.	solide.	dissous.	Chaleur de combustion.
Formiate de méthyle $C^2 + H^4 + O^2$	+ 87,9	+ 94,8		+ 95,9	232 liq.
— d'éthyle $C^3 + H^6 + O^2$	+101,9	+109,3		+111,4	380,6 liq.
Acétate — $C^4 + H^8 + O^2$	+118,3	+129,2		+129,6	524
Oxalate de méthyle $C^4 + H^6 + O^4$			+186,2	+184	398
— d'éthyle $C^6 + H^{10} + O^4$	+187,2	+197,8		+200,9	550
Carbonate de méthyle $C^3 + H^6 + O^3$		+149,9			339,7
— d'éthyle $C^5 + H^{10} + O^3$		+176			642,2
Trilaurine $C^{39} + H^{74} + O^6$			+491		5707,7
Trimyristine $C^{45} + H^{86} + O^6$			+595		6601,9
Trioléine $C^{57} + H^{104} + O^6$		+245			8718
Azotate d'éthyle $C^2 + H^5 + Az + O^3$		+ 49,9		+ 50,9	311

1. La chaleur de formation à l'état liquide se calcule approximativement en ajoutant les chaleurs de formation de l'alcool et de l'acide, et retranchant celle de l'eau liquide et 2,0 par chaque équivalent d'alcool.

	Chaleur de formation, le produit étant				Chaleur de combustion.
	gazeux.	liquide.	solide.	dissous.	
Nitroglycérine $C^3 + H^5 + Az^3 + O^9$		+ 98,9			356,5
Nitromannite $C^6 + H^8 + Az^6 + O^{18}$			+150,2		691
Acétylacétate d'éthyle $C^6 + H^{10} + O^5$		+156,8			754
Composés chlorés, bromés, iodés.					
Chlorure de méthyle $C + H^3 + Cl$	+ 28,8				
Bromure — $C + H^3 + Br$ gaz	+ 17,4				
Iodure — $C + H^3 + I$ gaz	+ 14,5	+ 21			
Bichlorure de méthylène $C + H^2 + Cl^2$	+ 31,8	+ 38,2			
Chlorure d'éthyle $C^2 + H^5 + Cl$	+ 39,1	+ 45,5			
Bromure — $C^2 + H^5 + Br$ gaz	+ 31,6	+ 38,3			
Iodure — $C^2 + H^5 + I$ gaz	+ 23,4	+ 30,9			
Chloroforme $C + H + Cl^3$	+ 46,6	+ 53,9		+ 45,4	
Chlorure d'éthylidène $C^2 + H^4 + Cl^2$	+ 34,5	+ 41,1			
Bromure d'éthylène $C^2 + H^4 + Br^2$ gaz	+ 14,3	+ 22,5			
Chlorhydrate d'amylène $C^5 + H^{11} + Cl$	+ 45,7	+ 51,7			
Bromhydrate — $C^5 + H^{11} + Br$ liq	+ 29,5	+ 36,8			
Iodhydrate — $C^5 + H^{11} + I$ sol	+ 10,3	+ 20,7			
Monochlorh. glycol $C^2 + H^5 + Cl + O$		+ 82,4		+ 83,7	
Chlorure d'acétyle $C^2 + H^3 + O + Cl$	+ 66,5	+ 74,7			
Bromure — $C^2 + H^3 + O + Br$ liq		+ 65,2			
Iodure — $C^2 + H^3 + O + I$ sol		+ 49,9			
Phénol monobromé $C^6 + H^5 + O + Br$			+ 38,5		
— bibromé $C^6 + H^4 + O + Br^2$			+ 37,6		
— tribromé $C^6 + H^3 + O + Br^3$			+ 38,5		

	Chaleur de formation, le produit étant				Chaleur de combustion.
	gazeux.	liquide.	solide.	dissous.	
Composés azotés.					
Ethylamine $C^2 + H^7 + Az$	+ 20,4			+ 33,3	409,7
Triméthylamine $C^3 + H^9 + Az$	+ 8,6			+ 4,3	592
Aniline $C^6 + H^7 + Az$	− 21,6	− 13		− 13,2	818,5
Oxamide $C^2 + H^4 + Az^2 + O^2$			+140,6		286
Fulminate de mercure $C^2 + Az^2 + Hg + O^2$			+ 63,5		250,9 (Hg lib.)
Poudre-coton $C^{24} + H^{29} + Az^{11} + O^{42}$			+631,0		2633
Nitrobenzine $C^6 + H^5 + Az + O^2$		+ 14,5	+ 8,7		732
Binitrobenzine $C^6 + H^4 + Az^2 + O^4$. (ortho)			+ 0,3		703,5
Acide picrique $C^6 + H^3 + Az^3 + O^7$.			+ 50,9	+ 42,8	618,4
Picrate de potassium $C^6 + H^2 + Az^3 + O^7 + K$			+115,3	+105,3	619,7 (bic.)
— d'ammonium $C^6 + H^6 + Az^4 + O^7$			+ 81,9	+ 73,2	690,9
— de sodium $C^6 + H^2 + Az^3 + O^7 + Na$			+107,1	+100,7	
— de calcium $C^6 + H^2 + Az^3 + O^7 + 1/2\ Ca$.			+ 97	+ 98,1	
— de strontium $C^6 + H^2 + Az^3 + O^7 + 1/2\ Sr$			+102,3	+102,7	
— de baryum $C^6 + H^2 + Az^3 + O^7 + 1/2\ Ba$			x+39,8	x+37,4	
— de magnesium $C^6 + H^2 + Az^3 + O^7 + 1/2\ Mg$			+ 90,8	+ 98,2	
— de zinc $C^6 + H^2 + A^3 + O^7 + 1/2\ Zn$			+ 55,6	+ 61,4	
— de cuivre $C^6 + H^2 + Az^3 + O^7 + 1/2\ Cu$			+ 34,4	+ 36	
— de plomb $C^6 + H^2 + Az^3 + O^7 + 1/2\ Pb$			+ 46,5	+ 43	
Cyanogène $C^2 + Az^2$	− 73,9			− 67,1	262,5
Ac. cyanhydrique $C + Az + H$	− 29,2	− 23,5		− 23,1	158 (gaz)
Nitrate de diazobenzol $C^6 + H^5 + Az^3 + O^3$			+ 45,6		782,9

	Chaleur de formation, le produit étant gazeux.	liquide.	solide.	dissous.	Chaleur de combustion.
Acides.					
Acide formique $C + H^2 + O^2$	+ 90,7	+101,5	+104	+101,6	61,7 (liq.)
— acétique $C^2 + H^4 + O^2$	+107,1	+117,2	+119,7	+117,6	209,4 (liq.)
— propionique $C^3 + H^6 + O^2$		+123			366,9
— butyrique $C^4 + H^8 + O^2$	+118,5	+128,5		+129,5	524,7
— isobutyrique $C^4 + H^8 + O^2$		+135,4			517,8
— valérique $C^5 + H^{10} + O^2$	+148,9	+159,5	+150,3		674
— caproïque $C^6 + H^{12} + O^2$		+149,8			830
— caprylique $C^8 + H^{16} + O^2$		+167.7			1138,7
— nonylique $C^9 + H^{18} + O^2$		+182,3			1287.4
— laurique $C^{12} + H^{24} + O^2$			+199,2		1759,7
— myristique $C^{14} + H^{28} + O^2$			+224,4		2061,8
— margarique ou palmitique $C^{16} + H^{32} + O^2$			+241		2371,8
— stéarique $C^{18} + H^{36} + O^2$			+260,4		2678,9
— oxalique $C^2 + H^2 + O^4$			+197,6	+195,3	60
— malonique $C^3 + H^4 + O^4$			+220,9		207,6
— succinique $C^4 + H^6 + O^4$			+239,4	+233,0	354
— lactique $C^3 + H^6 + O^3$		+168,6			329,5
— citrique $C^6 + H^8 + O^7$			+276,9		480,1
— benzoïque $C^7 + H^6 + O^2$			+ 95,6		771,5
— salicylique $C^7 + H^6 + O^3$			+139	+132,6	734
— paroxybenzoïque $C^7 + H^6 + O^3$			+140,2	+134,6	733
— quinique $C^7 + H^{12} + O^6$			+240,4		833,7
— cuminique $C^{10} + H^{12} + O^2$			+119		1237,7
Anhydride acétique $C^4 + H^6 + O^3$	+141	+149,8			434,4
— propionique $C^6 + H^{10} + O^3$		+163,8			747

(201) *Chaleur de formation de divers composés organiques.*

	Corps réagissants.	Chaleur dégagée, composants et produits étant tous gaz.	dans leur état actuel.	dissous d. eau.
Chlorure de méthyle	$CH^4O + HCl - H^2O$	+ 11,9		
Bromure —	$CH^4O + HBr - H^2O$	+ 9,0		
Iodure —	$CH^4O + HI - H^2O$	+ 19,5	+ 28,4	
Formiate —	$CH^4O + CH^2O^2 - H^2O$	— 4,5	— 8,2	— 7,4
Chlorure d'éthyle liq.	$C^2H^6O + HCl - H^2O$	+ 14,8	+ 21,0	
— — liq.	$C^2H^4 + HCl$		+ 38,4	
Bromure — liq.	$C^2H^6O + HBr - H^2O$	+ 15,8	+ 22,3	
— — liq.	$C^2H^4 + HBr$		+ 39,5	
Iodure — liq.	$C^2H^6O + HI - H^2O$	+ 21,0	+ 28,4	
— — liq.	$C^2H^4 + HI$		+ 46,5	
Monochlorhydrine du glycol....	$C^2H^6O^2 + HCl - H^2O$		+ 17,1	— 0,6
— —	C^2H^4O gaz $+ HCl$		+ 36,0	
Formiate d'éthyle.............	$C^2H^6O + CH^2O^2 - H^2O$	— 11,1	— 13,9	— 13,5
Acétate —	$C^2H^6O + C^2H^4O^2 - H^2O$	— 6,1	— 2,0	— 1,8
Oxalate —	$2C^2H^6O + C^2H^2O^4 - H^2O$		— 3,8	— 1,5
Acide éthyloxalique diss.......	$C^2H^6O + C^2H^2O^4 - H^2O$			— 3,6
Oxalate de méthyle sol.........	$2CH^4O + C^2H^2O^4 - 2H^2O$		+ 1,6	— 3,4
Azotate d'éthyle...............	$C^2H^6O + AzO^3H - H^2O$		+ 6.2	— 2,6
Nitroglycérine...............	$C^3H^8O^3 + 3AzO^3H - 3H^2O$		+ 14,1	+ 2,7
Nitromannite sol...............	$C^6H^{14}O^6 + 6AzO^3H - 6H^2O$		+ 23,4	+ 15.0
Oxyde d'éthyle.................	$2C^2H^6O - H^2O$	+ 3,0	— 0,3	+ 0,5
Acide méthylsulfurique.........	$CH^4O + H^2SO^4 - H^2O$ (1)		+ 13,8	— 5,1
— éthylsulfurique..........	$C^2H^6O + H^2SO^4 - H^2O$ (1)		+ 14,7	— 4,7

1. Composants purs. Composé dissous.

	Corps réagissants.	Chaleur dégagée, composants et produits étant tous gaz.	dans leur état actuel.	dissous d. eau.
Acide iséthionique	$C^2H^6O + H^2SO^4 - H^2O$ (1)		+ 16,0	— 3,4
— propylsulfurique	$C^3H^8O + H^2SO^4 - H^2O$ (1)		+ 15.9	— 4,0
— isopropylsulfurique	— (1)		+ 17,1	— 3,3
— isobutylsulfurique	$C^4H^{10}O$ ferm.) $+ H^2SO^4 - H^2O$ (1)		+ 17,6	— 2,2
— amylsulfurique	$C^5H^{12}O$ (ferm.) $+ H^2SO^4 - H^2O$ (1)		+ 19,5	— 0,2
— glycérylsulfurique	$C^4H^8O^3 + H^2SO^4 - H^2O$ (1)		+ 15,2	— 3,2
Chlorhydrate d'amylène	C^5H^{10} liq. $+ HCl$		+ 17,6	
Bromhydrate —	C^5H^{10} liq. $+ HBr$		+ 15,2	
Iodhydrate —	C^5H^{10} liq. $+ HI$		+ 14,8	
Bromure d'éthylène	$C^2H^4 + Br^2$ liquide		+ 29,3	
Acide éthylsulfurique	$C^2H^4 + H^2SO^4$ pur			+ 31,6
— —	$C^2H^4 + H^2SO^4$ dilué			+ 14.7
— iséthionique	$C^2H^4 + H^2SO^4$ dilué			+ 16,0
— —	$C^2H^6O + SO^3$			+ 36,4
Éthylsulfate de sodium	$C^2H^6O + H^2SO^4 + NaHO - H^2O$		+ 40,6	
— de baryum	$C^2H^6O + H^2SO^4 + 1/2\ BaO^2H^2 - H^2O$		+ 33,2	
Éthylate de sodium	$C^2H^6O + NaHOH - H^2O$ solide		+ 0,2	
— de baryum	$C^2H^6O + 1/2\ BaH^2O^2$ —		— 0,8	
Méthylate de sodium	$C^2H^4O + NaHO$ —		+ 1,3	
Glycolate —	$C^2H^3O^3Na + NaHO - H^2O$		+ 0,1	
Acide phénylsulfureux	$C^6H^6 + SO^4H^2$			— 2,6
— crésylsulfureux	$C^7H^8 + SO^4H^2$			— 1,4
Aldéhyde	$C^2H^4 + O$	+ 65,6	+ 71,6	
Acide acétique	$C^2H^4 + O^2$		+131,7 liq.	

1. Composants purs. Composé dissous.

	Corps réagissants.	Chaleur dégagée, composants et produits étant		
		tous gaz.	dans leur état actuel.	dissous d. eau.
Acide acétique	$C^2H^4O + O$	+ 60,1	+ 60,1	
— —	$C^2H^6O + O^2$		+ 116,3	
— oxalique	$C^2H^2 + O^4$		+ 255,7	
— —	$C^2H^4O^2$ liq. + $O^3 - H^2O$		+ 149,4	
— formique	$CH^4O + O^2$		+ 108,3	
Aldéhyde propionique	$C^3H^6 + O$		+ 79,3	
Acétone	—		+ 75,3	
Acide propionique	$C^3H^6 + O^2$		+ 132,4	
— —	$C^3H^6O + O$		+ 53,1	
— valérique liq.	$C^5H^{12}O + O^2 - H^2O$		+ 134	
— margarique sol.	$C^{16}H^{34}O + O^2 - H^2O$		+ 193,3	
Formiamide	CH^2O^2, AzH^3, diss. — H^2O			— 1,0
Acide cyanhydrique	— diss. — $2H^2O$			— 10,4
Oxamide sol.	$C^2H^2O^4$, $2AzH^3$, crist. — $2H^2O$		— 2,4	
Chlorure d'acétyle	$C^2H^4O^2$ + HCl gaz — H^2O		— 5,5	
Bromure —	$C^2H^4O^2$ + HBr — — H^2O		— 2,9	
Iodure —	$C^2H^4O^2$ + HI — — H^2O		— 1,8	
Chlorure de butyryle	$C^4H^8O^2$ + HCl — — H^2O		— 3,8	
Bromure —	$C^4H^8O^2$ + HBr — — H^2O		— 1,9	
Chlorure de valéryle	$C^5H^{10}O^2$ + HCl — — H^2O		— 2,5	
Bromure —	$C^5H^{10}O^2$ + HBr — — H^2O		— 1,7	
Benzine chloronitrée	$C^6H^5Cl + AzO^3H - H^2O$		+ 36,4	
Acide nitrobenzoïque	$C^7H^6O^2 + AzO^3H - H^2O$		+ 36,6	
Nitronaphtaline	$C^{10}H^8 + HAzO^3 - H^2O$		+ 36,5	

	Corps réagissants.	Chaleur dégagée, composants et produits étant		
		tous gaz.	dans leur état actuel.	dissous d. eau.
Nitrotoluène	$C^7H^8 + AzO^3H - H^2O$		+ 38,0	
Chlorure de méthyle	$CH^4 + Cl^2 - HCl$	+ 32.0		
Chlorure de méthylène	$CH^3Cl + Cl^2 - HCl$	+ 24,8	+31,2	
Bromure de méthyle	$CH^4 + Br^2 - HBr$	+ 12,1	+ 4,1	
Iodure —	$CH^4 + I^2 - HI$	— 5,1	— 9,7	
Chlorure d'éthyle	$C^2H^6 + Cl^2 - HCl$	+ 54 8	+ 61,2	
— d'éthylidène	$C^2H^5Cl + Cl^2 - HCl$	+ 17,4	+ 17,4	
Bromure d'éthyle	$C^2H^6 + Br^2 - HBr$	+ 38,8	+ 36,7	
Iodure —	$C^2H^6 + I^2 - HI$	+ 16,3	+ 13,0	
Monochlorh. du glycol	$C^2H^6O^2 + Cl^2 - HCl$		+ 33,0	
Phénol monobromé	$C^6H^6O + Br^2 - HBr$		+ 12,1	
— bibromé	$C^6H^6O + 2Br^2 - 2HBr$		+ 20,4	
— tribromé	$C^6H^6O + 3Br^2 - 3HBr$		+ 31,0	
Résorcine tribromée	$C^6H^6O^2 + 3Br^2 - 3HBr$		+ 24,9	
Orcine —	$C^7H^8O^2 + 3Br^2 - 3HBr$		+ 24,4	
Phénol quadribromé	$C^6H^3Br^3O + Br^2 - HBr$		— 6,4	
Chlorure de cyanogène	$CyAzH + Cl^2 - HCl$	+ 15,8	+ 18,4	
Iodure —	$CyAzH + I^2 - HI$		— 20,9	
Diamylène	$2C^5H^{10}$	+ 15,4	+ 11,8	
Benzine	$3C^2H^2$		+171	
Acide cyanurique sol.	3CAzOH liq.		+ 43,2	
Glycolide par glyoxal	$C^2H^2O^2$		+ 4,9	
Acide paroxybenz. par salicylique	$C^7H^6O^3$		+ 1,2	

Propriétés principales des corps organiques.

(202) *Alcools et dérivés de la série grasse.*

Corps.	Formules.	P. moléc.	Densités.	P. de fusion.	P. d'ébull.	Sol. dans 100 p. eau.
				°	°	
Série méthylique.						
Acétate de méthyle	$CH^3.C^2H^3O^2$	74	0,959/0°	liq.	57,1	ts.
— de méthylène	$CH^2(C^2H^3O^2)^2$	132		liq.	170 ?	
Acide cyanhydrique	$CAzH$	27	0,706/7°	— 14	26,1	∞
— formique	CH^2O^2	46	1,2227/0°	8.5	105,3	∞
Alcool méthylique	CH^4O	32	0,798/15°	liq.	66,3	∞
Benzoate de méthyle	$CH^3 C^7H^5O^2$	136	1,1026	liq.	199,7	i.
Bromoforme	$CHBr^3$	253	2,9/12°	liq.	152	i.
Bromure (tétra) de carbone	CBr^4	332	3,42	91	189 déc.	i.
— de méthyle	CH^3Br	95	1,732/0°	liq.	13	ps.
Butyrate de méthyle	$CH^3.C^4H^7O^2$	102	0,920/0°	liq.	102,75	i.
Chloroforme	$CHCl^3$	120	1,52640/0	— 70	61,2	i.
Chloropicrine	$CCl^3(AzO^2)$	165	1,6	liq.	112	i.
Chlorure (tétra) de carbone	CCl^4	154	1,6298/0°	liq.	78,1	i.
— de méthyle	CH^3Cl	40,5	0.991	— 23°,7	— 23,7	ps.
— de méthylène	CH^2Cl^2	85	1,36/0°	liq.	41,6	i.
Cyanurate de méthyle	$(AzC.OCH^3)^3$	171		132		bs.
— (iso) —	$(CO\ Az.CH^3)^3$	171		175	295	
Cyanure de méthyle (acétonitrile)	$CH^3.CAz$	41	0,819/16	— 41	82	s.
Isocyan. — (carbylamine)	$CH^3.AzC$	41	0,756/14°	— 45	59,6	10
Formiamide	$CHO.AzH^2$	45		liq.	192	s. déc.
Formiate de méthyle	$CH^3.CO^2H$	60	1,0032/0°	liq.	31,8	ps.
Iodoforme	CHI^3	394	2 env.	119	vol.	i.

Corps.	Formules.	P. moléc.	Densités.	P. de fusion	P. d'ebull.	Sol. dans 100 p. eau.
Iodure de méthyle	CH^3I	142	2,1992/0°	liq.	43°,8	1.75
Méthylal	$CH^2(OCH^3)^2$	76	0,885/18°	liq.	42	33
Méthylamine (mono)	$CH^3.AzH^2$	31			0	100 v.
— (di)	$(CH^3)^2AzH$	45		liq.	8	s.
— (tri)	$(CH^3)^3Az$	59		liq.	9,3	i.
Méthylphosphine (mono)	$CH^3.PH^2$	48			— 14	ts.
— (di)	$(CH^3)^2PH$	62	< 1	liq.	25	i.
— (tri)	$(CH^3)^3P$	76	> 1	liq.	40	i.
Nitrate de méthyle	$CH^3.AzO^3$	77	1,182/22°	liq.	66	ps.
Nitrite —	$CH^3.AzO^2$	61			— 12	
Oxalate —	$(CH^3)^2C^2O^4$	118	1,1566	51	163,5	ps. déc.
Salicylate —	$CH^3.C^7H^5O^3$	152	1,197/0°	liq.	224	ps.
Sulfocyanate de méthyle	$AzC.SCH^3$	73	1,088/0°	liq.	133	
— (iso) —	$SC.AzCH^3$	73		34	119	
Sulfure de méthyle	$(CH^3)^2S$	62	0,845/21°	liq.	41	i.
Urée (carbamide)	$CO(AzH^2)^2$	60	1,328	132	déc.	100
Série éthylique.						
Acétate d'éthyle	$C^2H^5.C^2H^3O^2$	88	0,924/0°	liq.	77,15	9
Acétal	$CH^3.CH(OC^2H^5)^2$	118	0,831/20°	liq.	104	6
Acétamide	$CH^3.CO.AzH^2$	59	1,159	78	222	ts.
Acétine (di) éthylidénique	$CH^3.CH(C^2H^3O^2)^2$	146	1,07/0°	liq.	168,8	déc.
— (mono) du glycol	$CH^2.OH.CH^2.C^2H^3O^2$	107	> 1	liq.	182	s.
— (di) —	$(CH^2.C^2H^3O^2)^2$	146	1,128	liq.	186	ps.
Acétochlorhydr. éthylidénique	$CH^3.CHCl(C^2H^3O^2)$	123		liq.	120	déc.
— glycol	$CH^2Cl.CH^2(C^2H^3O^2)$	123	1,178	liq.	145	i.
Acide acétique	$CH^3.CO^2H$	60	1,08010	16	117,3	∞
— chloracétique	$CH^2Cl.CO^2H$	95	1,395/73°	62	186	ts

Corps.	Formules.	P. molèc.	Densités.	P. de fusion.	P. d'ébull.	Sol dans 100 p. eau.
Acide dichloracétique	$CHCl^2.CO^2H$	129	1,521/15°	120°	189°	ts.
— glycolique.............	$CH^2OH.CO^2H$	76		80	déc.	∞
— glyoxylique............	$COH.CO^2H$, aq.	92		sirup.		ts.
— oxalique...............	$(CO^2H)^2$, 2 aq.	126	1,63/0°	100	déc. part.	§ 170
— sulfocyanacétique (iso)..	$CS.Az.CH^2.CO^2H$	117		< 100	subl.	bs.
— trichloracétique........	$CCl^3.CO^2H$	164	1,62/46°	52,3	197	ts.
Alcool éthylique	$CH^3.CH^2OH$	46	0,8026/0°	— 130	78,05	∞
Alcoolate de chloral	$CCl^3.CH.OH.OC^2H^5$	194	1,1434/0°	56	116	s.
Aldéhyde..................	$CH^3.CHO$	44	0,806/0°	liq.	20,8	∞
Aldéhydate d'ammoniaque.....	$CH^3.CH.OH.AzH^2$	61		75	100	ts.
Anhydride acétique	$(CH^3.CO)^2O$	102	1,073/20°	liq.	137.5	déc.
Arséniate d'éthyle............	$AsO^4(C^2H^5)^3$	226		liq.	237	déc.
Arsénite —	$AsO^3(C^2A^5)^3$	210		liq.	165	déc.
Benzoate d'éthyle	$C^7H^5O^2.C^2H^5$	150	1,050/16°	liq.	213,4	i : bps.
Borate —	$BO^3(C^2H^5)^3$	146	0,887/0°	liq.	120	déc.
Bromal..................	$CBr^3.COH$	281		— 20	172	i.
Bromure d'éthyle..	$CH^3.CH^2Br$	109	1,460/20°	liq.	38,8	tps.
— d'éthylène..........	$CH^2Br.CH^2Br.$	188	2,183/20°	9,5	131,4	i.
— d'éthylidène........	$CH^3.CHBr^2$	188			114	i.
Butyrate d'éthyle	$C^4H^7O^2.C^2H^5$	116	0,891/20°	liq.	121	i.
— (iso) —	$C^4H^7O^2.C^2H^5$	116	0,871/18°	liq.	110,1	i.
Caprate d'éthyle.............	$C^{10}H^{19}O^2.C^2H^5$	200	0,862	liq.	243	i.
Caproate —	$C^6H^{11}O^2.C^2H^5$	144	0,882	liq.	162	i.
Caprylate —	$C^8H^{15}O^2.C^2H^5$	172	0,8738/15°	liq.	214	i.
Carbonate —	$CO^3(C^2H^5)^2$	112	0,976/20°	liq.	126,4	i.
Chloral..................	$CCl^3.COH$	148	1,512/20°	— 75	99,1	s.
— hydraté	$CCl^3.CH(OH)^2$	166	1,833	57	98 déc.	s.
Chloracétate d'éthyle	$CH^2Cl.CO^2.C^2H^5$	123	1,586/20°		145	

Corps.	Formules.	P. molée.	Densités.	P. de fusion.	P. d'ébull.	Sol. dans 100 p. eau
				°	°	
Chloréthylate d'éthylidène....	$CH^3.CH.Cl.(OC^2H^5)$	109		liq.	97	i.
Chlorhydrine du glycol.......	$CH^2OH.CH^2Cl$	81		liq.	128	∞
Chlorocarbonate d'éthyle......	$CO.Cl.(OC^2H^5)$	109	1,139/15⁰	liq.	94	déc.
Chlorure d'acétyle...........	$CH^3.COCl$	79	1,105/20⁰	liq.	50,9	déc.
Chlorure d'acétyle chloré.....	$CH^2Cl.COCl$	113		liq.	106	déc.
— — bromé......	$CH^2Br.COCl$	158		liq.	127	déc.
— — trichloré....	$CCl^3.COCl$	183	1,608/18⁰	liq.	118	déc.
— d'éthyle...........	$CH^3.CH^2Cl$	645	0,925/0⁰	liq.	12,5	2
— d'éthylène..........	$CH^2Cl.CH^2Cl$	99	1,252/20⁰	liq.	84,7	i.
— d'éthylidène.......	$CH^3.CHCl^2$	99	1,174/20⁰	liq.	57,5	i.
— d'éthyle bichloré....	$CH^3.CCl^3$	134	1,372/16⁰	liq	75	i.
— — perchloré...	$CCl^3.CCl^3$	237	2 ?	187	182?	i.
Cyanate d'éthyle........	$AzC.O.C^2H^5$	71	1,217/15⁰	liq.	162 déc.	i.
— (iso) —	$CO.Az.C^2H^5$	71	0,898	liq.	60	déc.
Cyanurate —	$(CO.Az.C^2H^5)^3$	213		95	253	ps.
Cyanure d'acétyle...........	$CH^3.CO.CAz$	69	< 1		93	
Cyanure d'éthyle (propionitrile)	$Az.C.C^2H^5$	55	0,7998/4⁰	liq.	96,7	tps.
Cyan. (iso) — (éthylcarbylam.)	$C.Az.C^2H^5$	55	0,7591/4⁰	liq.	78,1	i.
Cyanure d'éthylène..........	$C^2H^4(CAz)^2$	80	1,023/45⁰	37	déc.	
Cyanocarbonate d'éthyle......	$AzC.CO^2.C^2H^5$	99	< 1	liq.	115	i.
Diacétamide................	$(C^2H^3O)^2AzH$	98		59	212	s.
Dichloracétal..............	$CHCl^2.CH(OC^2H^5)^2$	187		liq.	182	i.
Dichloracétamide..........	$CHCl^2.CO.AzH^2$	128		96	233	i.
Diéthylamine..............	$(C^2H^5)^2AzH$	73		liq.	57	s.
Diéthyloxamate d'éthyle......	$(OC^2H^5).C^2O^2.Az(C^2H^5)^2$	173		liq.	254	i.
Diéthyloxamide............	$(CO.AzH.C^2H^5)^2$	144		subl.	déc.	ps.
Diéthylphosphine..........	$(C^2H^5)^2PH$	90		liq.	85	i.
Diéthylsulfone............	$(C^2H^5)^2SO^2$	122		70 subl.	248	s.

Corps.	Formules.	P. moléc.	Densités.	P. de fusion.	P. d'ébull.	Sol. dans 100 p. eau.
Ethylamine	$C^2H^5.AzH^2$	45	0,696	liq.	18°,7	∞
Ethylène bromé	$CH^2.CHBr$	107	1,52	liq.	23	i.
Ethylène perchloré	$CCl^2.CCl^2$	168	1,612/10°	liq.	116,7	i.
Ethylphosphine	$C^2H^5.PH^2$	62	< 1	liq.	25	
Formiate d'éthyle	$C^2H^5.CHO^2$	74	0,948/0°	liq.	54,3	11
Glycocolle	$AzH^2.CH^2.CO^2H$	75		170 ?	déc.	23
Glycol	$CH^2OH.CH^2OH$	62	1,125	— 11,5	197,5	∞
Glycolamide	$CH^2.OH.CO.AzH^2$	75		120		s.
Glyoxal	$CHO.CHO$	58		dél.	déc.	s.
Iodure d'éthyle	C^2H^5I	156	0,944/15°	liq.	72,3	tps.
Nitrate d'éthyle	$C^2H^5.O.AzO^2$	91	1,112/15°	liq.	87,2	i.
Nitréthane	$C^2H^5.Az.O^2$	75	1,0582/13°	liq.	114	i.
Nitrite d'éthyle	$C^2H^5.O.AzO$	75	0,940/15°	liq.	17	i.
Œnanthylate d'éthyle	$C^2H^5.C^7H^{13}O^2$	158	0,8735/16°	liq.	188	i.
Orthocarbonate —	$C(OC^2H^5)^4$	192	0,925	liq.	158	i.
Orthoformiate —	$CH(OC^2H^5)^3$	148		liq.	146	i.
Oxalate —	$(CO^2.C^2H^5)^2$	146	1,082/18°	liq.	186	ps. déc.
Oxyde — (éther)	$(C^2H^5)^2O$	74	0,736/0°	liq.	34,8	8
— d'éthyle-méthyle	$C^2H^5.O.CH^3$	60		liq.	11	ps.
Oxamide	$CO(AzH^2)^2$	88		déc.		i : bps.
Oxaméthane	$AzH^2.CO.CO.OC^2H^5$	117	0,808/19°	114	220	s.
Paraldéhyde	$C^6H^{12}O^3$?	132	0,998/15°	10,5	124	12
Pélargonate d'éthyle	$C^2H^5.C^9H^{17}O^2$	186	0,86	liq.	216	i.
Phosphate —	$PO^4(C^2H^5)^3$	182	1,072	liq.	203	déc.
Propionate —	$C^2H^5.C^3H^5O^2$	102	0,912/0°	liq.	99	i.
Salicylate —	$C^6H^4(OH)CO^2.C^2H^5$	166	1,18/20°	liq.	221	i.
Sébate —	$(C^2H^5)^2C^{10}H^{16}O^4$	258	< 1	— 9	308	i.
Silicate	$SiO^4(C^2H^5)^4$	208		liq.	165	déc. lent.

Corps.	Formules.	P. molèc.	Densités.	P. de fusion.	P. d'ébull.	Sol. dans 100 p. eau.
Disilicate hexéthylique.......	$Si^2O^7(C^2H^5)^6$	342		liq.	233°	déc. lent.
Succinate d'éthyle..........	$(C^2H^5)^2C^4H^4O^4$	174	1,0718/0°	liq.	217,5	i.
Sulfate —	$SO^4(C^2H^5)^2$	154	1,1837	liq.	208 déc.	i.
Sulfhydrate — (mercaptan)	$C^2H^5.S.H$	62	0,835/21°	— 22	36,5	1,5
Sulfite —	$SO^3(C^2H^5)^2$	138	0,106/0°	liq.	161,4	i.
Sulfocyanate —	$C^2H^5.S.CAz$	87	1,033/0°	liq.	146	i.
— (iso) —	$C^2H^5.Az.CS$	87	1.019/0°	liq.	133	i.
Sulfure —	$(C^2H^5)^2S$	90	0,825/20°	liq.	91	i.
Bisulfure —	$(C^2H^5)^2S^2$	122	0,9927/20°	liq.	153	i.
Sarcosine, méthylglycocolle ..	$CO^2H.CH^2.AzHCH^3$	89		100 déc.		s.
Tartrate d'éthyle............	$(CH.OH.CO^2.C^2H^5)^2$	206	1,199/20°	liq.	162 vide	s.
Triéthylamine...............	$(C^2H^5)^3Az$	101		liq.	89	ps.
Triéthylphosphine...........	$(C^2H^5)^3P$	118	0,812	liq.	127,5	i.
Valérate (iso) d'éthyle.........	$C^2H^5.C^5H^9O^2$	130	0,872/18°	liq.	134,3	i.
Série propylique.						
Hydrure de propyle (propane)..	$(CH^3)^2CH^2$	44			— 17	i.
Acétate d'allyle...............	$CH^2 : CH.CH^2.(C^2H^3O^2)$	100		liq.	97	ps.
— d'isopropyle..........	$(CH^3)^2.CH.(C^2H^3O^2)$	102		liq.	91,3	i.
— de propargyle........	$CH{:}C\ CH^2.C^2H^3O^2$	98	1,005/20°	liq.	123	
— de propyle...........	$C^3H^7.C^2H^3O^2$	102	0,910/0°	liq.	101,55	i.
Acétodichlorhydrine glycérique	$C^3H^5.(C^2H^3O^2)Cl^2$	171	1,283	liq.	205	ps.
Acétomonochlorhydrine —	$C^3H^5.(OH)Cl(C^2H^3O^2)$	153		17	250	i.
Acétone.....................	$CH^3.CO.CH^3$	58	0,810/0°	liq.	56,4	∞
Acide acrylique..............	$CH^2 : CH\ CO^2H$	72		10	140	∞
— bromopropionique α...	$CH^3.CHBr.CO^2H$	153		— 17	202	∞
— — β....	$CH^2Br.CH^2.CO^2H$	153		61,5		

Corps.	Formules.	P. molèc.	Densités.	P. de fusion.	P. d'ébull.	Sol. dans 100 p. eau.
Acide chloropropionique α....	$CH^3.CHCl.CO^2H$	109	1,28/0°	liq.	186	∞
— — β....	$CH^2Cl.CH^2.CO^2H$	109		40,5		
— dichloropropionique....	$CH^2Cl.CHCl.CO^2H$	143		50	210 déc.	s.
— glycérique.............	$CH^2OH.CHOH.CO^2H$	108		liq.	déc.	∞
— hydracrylique	$CH^2(OH).CH^2.CO^2H$	90		liq.	déc.	∞
— iodopropionique β......	$CH^2I.CH^2.CO^2H$	200		82		bts.
— lactique de ferment.....	$CH^3.CH(OH).CO^2H$	90	1,215/20°	liq.	déc.	∞
— malonique............	$CH^2(CO^2H)^2$	104		132	déc.	s.
— mésoxalique..........	$CO(CO^2H)^2$, aq.	136		115	déc.	ts.
— propionique	$CH^3.CH^2.CO^2H$	74	0,992/18°	— 21	141	∞
— pyruvique....	$CH^3.CO.CO^2H$	88	1,29	liq.	167	ts.
— tartronique...........	$CH.OH:(CO^2H)^2$	120		175 déc.		s.
Acroléine..................	$CH^2 : CH.COH$	56	0,841/20°	liq.	52	2,5
Alanine....................	$CH^3.CH(AzH^2).CO^2H$	89		sub 200	déc.	22 : bts.
Alcool allylique............	$CH^2 : CH.CH^2OH$	58	0,871/0°	liq.	97	∞
— isopropylique..........	$(CH^3)^2CHOH$	60	0,800/0°	liq.	83	∞
— propargylique.	$CH : C.CH^2OH$	56	0,972/20°	liq.	114	ts
— propylique	$CH^3.CH^2.CH^2OH$	60	0,820/0°	liq.	97	∞
Aldéhyde propionique.......	$CH^3.CH^2.COH$	58	0,8075/21°	liq.	48,7	∞
Allylamine..................	$CH^2 : CH.CH^2AzH^2$	57		liq.	58	
Anhydride propionique.	$(C^3H^5O)^2O$	130	1,017/15°	liq.	168	déc.
Bromhydrine (mono) glycérique	$C^3H^7BrO^2$	155		liq.	180 vid.	s.
— (di) —	$CH^2Br.CH^2(OH).CH^2Br$	218	2,11/18°	liq.	219	ps.
— (isodi) —	$CH^2Br\ CHBr.CH^2OH$	218		liq.	213	ps.
— (tri) —	$CHBr(CH^2Br)^2$	281	2,41 à 10° liq.	16,5	219	i.
Bromure d'allyle.	$CH^2 : CH\ CH^2Br$	121	1,434/16°	liq.	70	i.
— d'isopropyle	$(CH^3)^2CHBr$	123	1,340/0°	liq.	61	i.
— de propargyle.......	$CH : C.CH^2Br$	119	1,52/20°	liq.	89	i.

Corps.	Formules.	P. molèc.	Densités.	P. de fusion.	P. d'ébull.	Sol. dans 100 p. eau.
Bromure de propyle........	$CH^3.CH^2.CH^2Br$	123	1,383/0°	liq.	71°	i.
— de propylène........	$CH^3.CHBr.CH^2Br$	202	1,974	liq.	142	i.
— de triméthylène.....	$(CH^2Br)^2CH^2$	202	2,018/0°	liq.	163	i.
Chlorhydrodiacétine glycérique	$C^3H^5Cl(C^2H^3O^2)^2$	195	1,243	liq.	245	i.
Chlorhydrine (mono) —	$CH^2OH.CHOH.CH^2Cl$	111	1,31	liq.	227	∞
— (isomono) —	$(CH^2OH)^2CHCl$	111	1,4/13°	liq.	232	s.
— (di) —	$CH^2OH.CHCl.CH^2Cl$	129	1,38/0°	liq.	185	ps.
— (isodi) —	$(CH^2Cl)^2CH.OH$	129	1,383/19°	liq.	174	ps.
Chlorhydrine (tri) glycérique..	$(CH^2Cl)^2CHCl$	148	1,417/15°	liq.	158	i.
Chlorure d'allyle............	$CH^2:CH.CH^2Cl$	77	0,954/0°	liq.	46,5	i.
— de propionyle.......	$CH^3.CH^2.COCl$	93	1,065	liq.	80	déc.
— d'isopropyle........	$(CH^3)^2CHCl$	79	0,883/0°	liq.	36	i.
— de propyle..........	$CH^3.CH^2.CH^2Cl$	79	0,915/0°	liq.	45	i.
— de propylène.......	$CH^3.CHCl.CH^2Cl$	113	1,1656/14°	liq.	96.8	i.
— de propylidène......	$CH^3.CH^2.CHCl^2$	113	1,143/10°	liq.	86	i.
— — (iso) .	$CH^3.CCl^2.CH^3$	113	1,827/16°	liq.	69,7	i.
Cyanure d'allyle.............	$CH^2:CH.CH^2.CAz$	67	0,839/13°	liq.	118.3	i.
— d'isopropyle.........	$(CH^3)^2CH.CAz$	69		liq.	108	i.
— de propyle...........	$CH^3.CH^2.CH^2.CAz$	69	0,795/2°	liq.	116	i.
Dichloracétone..............	$CHCl^2.CO.CH^3$	127	1,236/21°	liq.	120	i.
Epichlorhydrine.............	C^3H^5OCl	93	1,194/12°	liq.	118	i.
Ethylate de propargyle........	$CH:C.CH^2.O.CH^2.CH^3$	84	0,83/7°	liq.	83	i.
Formiate d'allyle............	$CH^2:CH.CH^2(CHO^2)$	86	0,93/17°	liq.	82	i.
— d'isopropyle......	$(CH^3)^2CH.CHO^2$	88		liq.	66	i.
— de propyle..........	$CH^3.CH^2.CH^2(CHO^2)$	88	0,929/0°	liq.	80,9	i.
Glycérine..................	$(CH^2.OH)^2CH.OH$	92	1,26/15°	17	290,4	∞
Glycol propylénique........	$CH^3.CHOH.CH^2OH$	76	1,051/0°	liq.	188	∞
— triméthylénique........	$CH^2(CH^2.OH)^2$	76	1,053/19°	liq.	216	∞

Corps.	Formules.	P. molée.	Densités.	P. de fusion.	P. d'ébull.	Sol. dans 100 p. eau.
Iodure d'allyle	$CH^2:CH\ CH^2I$	168	1,87/0°	liq.	101°	i.
— d'isopropyle	$(CH^3)^2CHI$	170	1,70/15°	liq.	91	i.
— de propyle	$CH^3.CH^2.CH^2I$	170	1,784	liq.	104,5	i.
Isocyanure d'allyle	$CH^2:CH.CH^2.AzC$	67	0,796/17°	liq.	100	i.
— d'isopropyle	$(CH^3)^2CH.AzC$	69	0,7596/0°	liq.	87	i.
Isopropylamine	$(CH^3)^2CH\ AzH^2$	59	0,69	liq.	32	s.
Lactide	$C^3H^4O^2$	72		124,5	255	ps.
Nitrate d'isopropyle	$AzO^3.CH(CH^3)^2$	105	1,054/0°	liq.	101	i.
Nitroglycérine	$C^3H^5(AzO^3)^3$	227	1,60	9	déc.	i.
Nitroisopropane	$CH^3.CH(AzO^2).CH^3$	89	0,718/20°	liq.	117	
Propylamine	$C^3H^7.AzH^2$	59		liq.	50	s.
Propylène bromé α	$CH^2:CBr.CH^3$	121	1,36/19°	liq.	48	i.
— — β	$CH^3.CH:CHBr$	121	1,428/19°	liq.	60	i.
Sinapoline (diallylurée)	$CO(AzH.C^3H^5)^2$	140		100	170 déc.	bs.
Sinnamine (allylmélamine)	$C^3Az^6(C^3H^5)^3H^3$	252		100		s.
Sulfhydrate d'allyle	$C^3H^5.SH$	74		liq.	90	i.
Sulfocyanate —	$C^3H^5.S.CAz$	99	1,071/0°	liq.	161	i.
— (iso) — (ess. de moutarde)	$C^3H^5.Az.CS$	99	1,036/0°	liq.	150,7	ps.
Sulfure d'allyle	$(C^3H^5)^2S$	114		liq.	140	i.
Tétrachlorure d'isopropylidène	$CHCl^2.CCl^2.CH^3$	182	1,47/13°	liq.	153	i.
Thiosinnamine (allylsulfo-urée)	$AzH^2.CS.AzH(C^3H^5)$	116		74		s.
Triacétine glycérique	$C^9H^{14}O^6$	218	1,174/8°	liq.	268	i.
Tributyrine —	$C^{15}H^{26}O^6$	302	1,056/8°	liq.		i.
Trilaurine —	$C^{39}H^{74}O^6$	638		45		i.
Trimyristine	$C^{45}H^{86}O^6$	722		31		i.
Tripalmitine	$C^{51}H^{98}O^6$	806		60		i.
Tristéarine	$C^{57}H^{110}O^6$	880		71		ps. éth.

Corps.	Formules.	P. moléc.	Densités.	P. de fusion.	P. d'ébull.	Sol. dans 100 p. eau.
				°	°	
Série butylique.						
Hydrure de butyle (butane)....	$CH^3.CH^2.CH^2.CH^3$	58			1	i.
— d'isobutyle (isobutane)	$(CH^3)^2.CH.CH^3$	58	0,6		—17	i.
Acétate de butyle normal	$CH^3.CH^2.CH^2.CH^2(C^2H^3O^2)$	116	0,900/0°	liq.	125,1	i.
— — secondaire ..	$CH^3.CH^2.CH(C^2H^3O^2)CH^3$	116	0,892/0°	liq.	111	i.
— d'isobutyle primaire...	$(CH^3)^2CH.CH^2.(C^2H^3O^2)$	116	0,905/0°	liq.	116.4	i.
— — tertiaire ...	$(CH^3)^3.C.(C^2H^3O^2)$	116		liq.	96	i.
Acide aspartique..............	$CO^2H.CH^2.CH(AzH^2)CO^2H$	134		déc.	déc.	bs.
— butyrique de ferment...	$CH^3.CH^2.CH^2.CO^2H$	88	0,959/20°	liq.	160	∞
— crotonique..............	$CH^3.CH:CH.CO^2H$	86		72	182	8
— dibromosuccinique	$(CHBr.CO^2H)^2$	276		130 déc.		2
— — (iso)..	$CO^2H.CH^2.CBr^2.CO^2H$	276		160		
— fumarique..............	$(CH.CO^2H)^2$	116		vol. > 250		ps.
— isobutyrique	$(CH^3)^2CH.CO^2H$	88	0,950/20°		152	33
— isocrotonique	$CH^2:CH.CH^2.CO^2H$	86	1,018		172	
— isosuccinique	$CH^3.CH(CO^2H)^2$	118		129,5	déc.	20
— malique..	$CO^2H.CH^2.CH(OH)CO^2H$	134	1,56	100	déc.	ts.
— méthacrylique	$CH^2:C(CH^3)CO^2H$	86		16	160,5	ts.
— oxybutyrique α.........	$CH^3.CH^2.CH(OH)CO^2H$	104		43	déc.	s.
— — β.........	$CH^3.CH(OH)CH^2.CO^2H$	104		déc.		∞
— succinique............	$(CO^2H.CH^2)^2$	118	1,552	180	235 déc.	5,2:b.121
— tartrique	$CO^2H.CH(OH).CH(OH).CO^2H$	150	1.74	135	déc.	§ 170
A cool butyl. normal.....	$CH^3.CH^2.CH^2.CH^2OH$	74	0,824/20°	liq.	116	9
— — sec. (hydr. de but.)	$CH^3.CH^2.CH(OH).CH^3$	74	0.85/0°	liq.	99	ps.
— isobutylique primaire...	$(CH^3)^2CH.CH^2OH$	74	0.8003/18°	liq.	108	10
— — tertiaire...	$(CH^3)^3.C.OH$	74	0,78/30°	24	82,5	s.
Aldéhyde butyrique..........	$C^3H^7.CHO$	72	0,834/0°	liq	75	3,7

1.)

Corps.	Formules.	P. molèc.	Densités.	P. de fusion.	P. d'ébull.	Sol. dans 100 p. eau.
Aldéhyde isobutyrique	$(CH^3)^2.CH.CHO$	72	0,815/0°	liq.	62°	9,1
— succinique	$(CH^2.CHO)^2$	86		liq.	202	s.
Anhydride butyrique	$(C^3H^7.CO)^2O$	158	0,961/12°	liq.	192	déc.
— succinique	$(CH^2.CO)^2O$	100	1,529	119	250 env.	ps. déc.
Asparagine	$C^4H^8Az^2O^3$, aq.	150		déc.		1,8 : b. 23
Bromure de butyle normal	$C^3H^7.CH^2Br$	137	1,305/0°	liq.	100,4	i.
— de crotonylène	$C^4H^6Br^4$	374		116	déc.	i.
— d'éthyléthylène	$CH^3.CH^2.CHBr.CH^2Br$	200	1,876	liq.	168	i.
— de diméthyléthylène	$CH^3.CHBr.CHBr.CH^3$	200	1,83	liq.	158	i.
— d'isobutyle	$(CH^3)^2CH.CH^2Br$	137	1,249/0°	liq.	92,3	i.
— d'isodiméthyléthylène	$(CH^3)^2CBr.CH^2Br$	200		liq.	148	i.
Butylamine, normale	$(C^3H^7)CH^2.AzH^2$	73	0,755	liq.	76	∞
— secondaire	$C^2H^5.CH(AzH^2).CH^3$	73	0,736	liq.	65	∞
Butylène, éthyléthylène	$CH^3.CH^2.CH:CH^2$	56		liq.	— 5	i.
— diméthyléthylène	$CH^3.CH:CH.CH^3$	56		liq.	+ 3	i.
— isodiméthyléthylène	$(CH^3)^2C:CH^2$	56	0,635/10°	liq.	— 8	i.
Chloral butyrique	$CCl^3.CH^2.CH^2.CHO$	176		liq.	164	déc.
Chlorure de butyle normal	$C^3H^7.CH^2Cl$	93	0,907/0°	liq.	77,6	i.
— — (iso, prim.)	$(CH^3)^2CH.CH^2Cl$	93	0,895/0°	liq.	69	i.
— — tertiaire	$(CH^3)^3C.Cl$	93		liq.	51	i.
— de butyryle	$C^3H^7.C.O.Cl$	107	1,028/20°	liq.	99	déc.
— d'isobutyryle	$(CH^3)^2CH.C.O.Cl$	107	1,017/20°	liq.	92	déc.
— de succinyle	$(C.O.Cl.CH^2)^2$	155	1,39	liq.	190 déc.	déc.
Crotonylène	$CH^2:CH.CH\ CH^2$	54		liq.	24	i.
Cyanure de butyle normal	$C^3H^7.CH^2.CAz$	83	0,816/15°	liq.	126	ps.
— d'isobutyle	$(CH^3)^2CH.CH^2.CAz$	83		liq.	127	
— — tertiaire	$(CH^3)^3C.CAz$	83		15	105	
Erythrite	$(CH^2OH.CHOH)^2$	122	1,45	120	300 déc.	ts.

Corps.	Formules.	P. molec.	Densités.	P. de fusion.	P. d'ébull.	Sol. dans 100 p. eau.
Glycol α butylénique	$C^2H^5.CH(OH)CH^2OH$	90	1,019/0°	liq.	191	∞
— β —	$CH^3.CH(OH).CH^2.CH^2OH$	90		liq.	204	∞
— pseudobutylénique	$(CH^3.CH.OH)^2$	90	1,048/0°	liq.	183	∞
— isobutylénique	$(CH^3)^2C.OH.CH^2OH$	90	1,013/0°	liq.	177	∞
Hydrate de butylchloral	$C^4H^5Cl^3O$, aq.	194	1,693	78	déc.	ts.
Iodure de butyle normal	$C^3H^7.CH^2I$	184	1,643/0°	liq.	129,8	i.
— — secondaire	$C^2H^5.CHI.CH^3$	184	1,632	liq.	117	i.
— d'isobutyle primaire	$(CH^3)^2CH.CH^2I$	184	1,640/0°	liq.	120,6	i.
— — tertiaire	$(CH^3)^3.C.I$	184		liq.	98 déc.	i.
Méthyléthylacétone	$C^2H^5.CO.CH^3$	72	0,84/19°	liq.	95	s.
Pyrrol	C^4H^5Az	67		liq.	133	ps.
Succinamide	$(CO.AzH^2.CH^2)^2$	116		déc.		ps.
Succinimide	$(CH^2.CO)^2AzH$, aq.	117		125	287	s.
Sulfocyan. (iso) de butyle norm.	$C^3H^7.CH^2.Az.CS$	115		liq.	167	i.
— — — second.	$C^2H^5.CH(CH^3).AzCS$	115	0,944/12°	liq.	159,5	i.
— — d'isobutyle p.	$(CH^3)^2CH.CH^2.AzCS$	115	0,964/14°	liq.	162	i.
Tétraphénol	C^4H^4O	68		liq.	32	s.
Thiophène	C^4H^4S	84	1,062/23°	liq.	84	i.
Série amylique.						
Hydrure d'amyle norm. (pentane)	$CH^3(CH^2)^3CH^3$	72	0,636/17°	liq.	39	0,05
— d'isoamyle	$(CH^3)^2.CH.C^2H^5$	72	0,628/17°	liq.	30	i.
Tétraméthylméthane	$(CH^3)^4C$	72		— 20	9,5	i.
Acétate d'amyle normal	$C^5H^{11}.C^2H^3O^2$	130	0,896/0°	liq.	148,4	i.
— — (iso) primaire.	id.	130	0,884/0°	liq.	137°6	i.
— — — p. actif.	id.	130	0,8762	liq.	144	i.
Acide aconique	$C^5H^4O^4$	128		164		18

Corps.	Formules.	P. molèc.	Densités.	P. de fusion.	P. d'ébull.	Sol dans 100 p. eau.
Acide angélique	$C^5H^8O^2$	100		45°	185°	ps.
— citraconique	$C^5H^6O^4$	130	1,616	80		ts.
— désoxalique	$C^5H^6O^8$	194		liq.	déc.	ts.
— itaconique	$C^5H^6O^4$	130	1,57	161	déc.	6
— mésaconique	$C^5H^6O^4$	130		202	déc.	ps.
— oxypyrotartr. (citramal.)	$C^5H^8O^5$	148		amorph		ts.
— — (itamal.)	$C^5H^8O^5$	148		60	déc.	ts.
— — (oxyglutar.)	$CO^2H.CH^2\ CH^2.CHOH.CO^2H$	148		sir. crist		s.
— — (ordin.)	$CH.OH.(CH^2.CO^2H)^2$	148		135		s.
— pyromucique	$C^5H^4O^3$	112		134	subl.	bs.
— — (iso)	$C^5H^4O^3$	112		82	subl.	ts.
— pyrotartrique	$CO^2H.CH(CH^3).CH^2.CO^2H$	132	1,413	112	déc.	
— — (glutarique)	$(CH^2)^3(CO^2H)^2$	132		97	299	85
— — (éthylmalon.)	$C^2H^5.CH.(CO^2H)^2$	132		111		
— — (diméthylmalon.)	$(CH^3)^2C(CO^2H)^2$	132		170 déc.	déc.	ps.
— valérique normal	$CH^3(CH^2)^3CO^2H$	102	0,958/0°	liq.	184	4
— — (iso) (valérian.)	$(CH^3)^2CH.CH^2.CO^2H$	102	0,947/0°	liq.	165	3,3
— — (iso actif)	$CO^2H.CH.(CH^3).CH^2.CH^3$	102	0,938	liq.	175	ps.
— — (triméthylacét.)	$(CH^3)^3C.CO^2H$	102	< 1	35	164	2,5
Alcool amylique normal	$C^4H^9.CH^2OH$	88	0,830/0°	liq.	137	ps.
— isoamylique prim. ferm.	$(CH^3)^2CH.CH^2.CH^2OH$	88	0,825/0°	liq.	132	ps.
— isoamyl. actif prim. ferm.	$C^2H^5.CH(CH^3)CH^2OH$	88		liq.	127	ps.
Méthylpropylcarbinol (second)	$CH^3.CHOH.C^3H^7$	88	0,825/0°	liq.	119	14
Diéthylcarbinol (second)	$(C^2H^5)^2CHOH$	88	0,832/0°	liq.	116	ps.
Méthylisopropylcarbin. (second)	$CH^3.CHOH.CH(CH^3)^2$	88	0,827/17°	liq.	108	ps.
Ethyldiméthylcarbinol (hydr. d'amylène) (tertiaire)	$(CH^3)^2C.OH.C^2H^5$	88	0,828/0°	— 21	96	ps.
Aldéhyde valérique normal	$CH^3.CH^2.CH^2.CH^2.CHO$	86		liq.	102	ps.

Corps.	Formules.	P. molée.	Densités.	P. de fusion.	P. d'ébull.	Sol. dans 100 p. eau.
Aldéhyde valérique (iso)	$(CH^3)^2CH.CH^2.CHO$	86	0,768/12°	liq.	92°,5	ps.
Amylamine (iso, primaire).....	$C^5H^{13}Az$	87	0,7503/18°	liq.	93	i.
Amylène, propyléthylène	$C^3H^7.CH:CH^2$	70		liq.	40	i.
— méthyléthyléthylène..	$C^2H^5.CH:CH.CH^3$	70		liq.	36	i.
— isopropyléthylène ...	$(CH^3)^2CH.CH:CH^2$	70		liq.	21	i.
— triméthyléthylène ...	$(CH^3)^2C:CH.CH^3$	70	0,6807/0°	liq.	35	0,15
— isométhyléthyléthylène	$(C^2H^5)(CH^3)C:CH^2$	70		liq.	32	i.
Benzoate d'isoamyle..........	$C^7H^5O^2.C^5H^{11}$	192	1,004/0°	liq.	261	i.
Bromure d'amyle normal......	$C^4H^9.CH^2Br$	151	1,246/0°	liq.	128,7	i.
— d'isoamyle primaire.	$(CH^3)^2CH.CH^2.CH^2.Br$	151	1,236/0°	liq.	119	i.
— — p. actif...	$CH^2BrCH.(CH^3)C^2H^5$	151	1,227/15°	liq.	116	
— de méthyléthyléthylène	$C^2H^5.CHBr.CHBr.CH^3$	230		liq.	178 déc.	i.
— d'isopropyléthylène ..	$(CH^3)^2CH.CHBr.CH^2Br$	230		liq.	85 déc.	i.
— de triméthyléthylène.	$(CH^3)^2CBr.CHBr.CH^3$	230		liq.	175 déc.	i.
Butyrate d'isoamyle..........	$C^4H^7O^2.C^5H^{11}$	158		liq.	176	ps.
Caproate —	$C^6H^{11}O^2.C^5H^{11}$	186		liq.	211	i.
Chlorure d'amyle normal.....	$C^5H^{11}Cl$	107	0,9013/0°	liq.	106,6	i.
— d'isoamyle primaire.	$C^5H^{11}Cl$	107	0,886/0°	liq.	102	i.
— — p.actif...	$C^2H^5.CH(CH^3)CH^2Cl$	107	0,886/15°	liq.	98	i.
Cyanure d'amyle normal......	$C^5H^{11}.CAz$	97				
— — (iso) prim...	$C^5H^{11}.CAz$	97	0,866/20°	liq.	146	ps.
— (iso) d'isoamyle prim..	$C^5H^{11}.AzC$	97	< 1	liq.	137	i.
Formiate — —	$C^5H^{11}.CHO^2$	116	0,874	liq.	116	i.
Furfurol.....................	$C^4H^3O.COH$	96	1,165/16°	liq.	162	9
Furfuramide..................	$(C^5H^4O)^3Az^2$	268		crist.	250 déc.	i.
Iodure d'amyle normal........	$CH^3.CH^2.CH^2.CH^2.CH^2I$	198	1,544/0°	liq.	155.4	i.
— — (iso) prim	$(CH^3)^2CH\ CH^2.CH^2I$	198	1,468/0°	liq.	146	i.
— — — actif	$CH^3(CH^2I)CH.C^2H^5$	198	1,54	liq.	144	i.

Corps.	Formules.	P. molec.	Densités.	P. de fusion.	P. d'ébull.	Sol. dans 100 p. eau.
Iodure du méthylpropylcarbinol	$CH^3.CHI.CH^2.C^2H^5$	198	1,537/0°	liq.	146	i.
— du méthylisopropylcarb.	$(CH^3)^2CH.CHI.CH^3$	198		liq.	129	i.
— du diéthylcarbinol......	$(C^2H^5)^2CHI$	198	1,528/0°	liq.	145	i.
Nitrate d'amyle (iso) prim.....	$C^5H^{11}AzO^3$	133	1,000/7,5°	liq.	148	i.
Nitrite — —	$C^5H^{11}AzO^2$	117	0,902	liq.	95	
Oxyde — —	$(C^5H^{11})^2O$	158	0,80	liq.	175	i.
— — — actif.....	$(C^5H^{11})^2O$	158		liq.	170	i.
Pipéridine....................	$C^5H^{10}.AzH$	85		liq.	106	s.
Propionate d'amyle...........	$C^5H^{11}.C^3H^5O^2$	144	< 1	liq.	100	i.
Sulfocyanure (iso) d'isoamyle.	$(CH^3)^2CH.CH^2.CH^2.Az.CS$	129		liq.	183	i.
Sulfure —	$(C^5H^{11})^2S$	174		liq.	216	i.
Valérate d'amyle (iso)........	$C^5H^{11}.C^5H^9O^2$	172		liq.	196	ps.
Série hexylique.						
Hydrure d'hex. (hexane) norm.	$CH^3.(CH^2)^4.CH^3$	86	0,676/0°	liq.	71	i.
Propyldiméthylméthane........	$C^3H^7.CH.(CH^3)^2$	86	0,701/0°	liq.	62	i.
Diisopropyle.................	$(CH^3)^2.CH.CH.(CH^3)^2$	86	0,684/0°	liq.	58	i.
Ethyltriméthylméthane........	$C^2H^5.C.(CH^3)^3$	86		liq.	45	i.
Acide aconitique..............	$C^3H^3(CO^2H)^3$	174		186		18
— adipique...............	$C^4H^8(CO^2H)^2$	101		148		ts.
— caproïque normal.......	$C^5H^{11}.CO^2H$	116	0,928/20°	— 2	204	ps.
— — (iso).........	$(CH^3)^2CH.(CH^2)^2CO^2H$	116	0,925/20°	liq.	200	ps.
— — diéthylacét...	$(C^2H^5)^2CH.CO^2H$	116		liq.	190	ps.
— — diméthyléthylac	$(CH^3)^2.C^2H^5.C.CO^2H$	116		— 14	187	i.
— citrique..............	$C^3H^4(OH)(CO^2H)^3$, aq.	210	1,553	100	déc.	s.
— diéthoxalique..........	$(C^2H^5)^2.C(OH).CO^2H$	132		74,5	sub. 50	35
— mucique..............	$C^4H^4(OH)^4(CO^2H)^2$	210		déc.		ps.; bs.

Corps.	Formules.	P. molec.	Densités.	P. de fusion.	P. d'ébull.	Sol. dans 100 p. eau.
Acide oxycaproïque (leucique).	$C^5H^{10}(OH)CO^2H$	132		73°	sub.°	s.
— tricarballylique	$C^3H^5.(CO^2H)^2$	176		158	déc.	40
Alcool hexylique normal......	$CH^3.(CH^2)^4.CH^2OH$	102	0,833/0°	liq.	158	i.
— β (méthylbutylcarbinol) s.	$C^4H^9.CH^3.CHOH$	102	0,833/0°	liq.	137	ps.
— — éthylpropylcarbinol s.	$C^3H^7.C^2H^5.CHOH$	102	0,834/0°	liq.	135	ps.
— diméthylpropylcarb. t...	$(CH^3)^2.C(OH)C^3H^7$	102		liq.	115	i.
— diméthylisopropylcarb. t.	$(CH^3)^2C(OH)CH(CH^3)^2$	102	0,8364/0°	— 35	113	ps.
— diéthylméthylcarb. tert..	$(C^2H^5)^2C(OH)CH^3$	102			120	
— pinacolique secondaire..	$(CH^3)^3C.CH(OH)CH^3$	102	0,8347	4	120,5	
Aldéhyde caproïque (iso)......	$C^6H^{12}O$	100		liq.	121	ps.
Bromure de diallyle...........	$C^6H^{10}Br^4$	404		63		i.
Chlorure de β-hexyle..........	$C^4H^9.CHCl.CH^3$	121		liq.	125	i.
— pinacolique..........	$(CH^3)^3C.CHCl.CH^3$	121		ilq.	113	i.
Diallyle	$(C^3H^5)^2$	82	0,864	liq.	59	i.
Dipropargyle.	$(C^3H^3)^2$	78	0,81/18°	liq.	85	i.
Glycol hexylénique normal....	$C^4H^9.CH(OH).CH^2OH$	118	0,967/0°	liq.	207	s.
— hydrate de diallyle.....	$(CH^2.CH^2.CH^2OH)^2$	118	0,920/0°	liq.	215	s.
— pinacone	$(CH^3)^2.C(OH).C(OH).(CH^3)^2$	118		38	172	s.
Hexoylène...................	C^6H^{10}	82		liq.	78	i.
Hexylène normal.....	$C^4H^9.CH:CH^2$	84	0,699/1°	liq.	67	i.
Iodure d'hexyle normal	$C^5H^{11}.CH^2I$	212	1,411/17°	liq.	179,5	i.
— de β-hexyle (secondaire)	$C^6H^{13}I$	212		liq.	167,5	i.
— pinacolique (secondaire).	$C^6H^{13}I$	212		liq.	142	i.
Leucine	$AzH^2.C^5H^{10}.CO^2H$	131		sub. 170	dec.	3,7
Pinacoline....................	$[(CH^3)^2C]^2O$	100	0,8233/0°	liq.	106	
Séries supérieures.						
Acide arachidique............	$C^{20}H^{40}O^2$	312		75		i.

Corps.	Formules.	P. molec.	Densités.	P. de fusion.	P. d'ébull.	Sol. dans 100 p. eau.
Acide azélaïque	$C^9H^{16}O^4$	188		106°		bs.
— béhénique (bénique)	$C^{22}H^{44}O^2$	340		76		
— béhénoléique	$C^{22}H^{40}O^2$	336		57,4		i.
— brassylique	$C^9H^{18}(CO^2H)^2$	216		108,5		ps.
— caprique	$C^{10}H^{20}O^2$	172	0,930/37°	30	269	ps. ; bs.
— caprylique	$C^8H^{16}O^2$	144	0,914/20°	16,5	236	ps. ; bs.
— cérotique	$C^{27}H^{54}O^2$	410		78	déc.	i.
— cimicique	$C^{15}H^{28}O^2$	240	< 1	44		i.
— élaïdique	$C^{18}H^{34}O^2$	282		44		i.
— érucique	$C^{22}H^{42}O^2$	338		33		i.
— hypogéique	$C^{16}H^{30}O^2$	254		33		i.
— laurique	$C^{12}H^{24}O^2$	200	> 1	43,6		i.
— margarique	$C^{17}H^{34}O^2$	270		60		i.
— mélissique	$C^{30}H^{60}O^2$	452		91		i.
— myristique	$C^{14}H^{28}O^2$	228		53,8		i.
— oléique	$C^{18}H^{34}O^2$	282	0,808/19°	14		i.
— œnanthylique normal	$C^7H^{14}O^2$	130	0,9345/0°	10,5	223	ps. ; bs.
— palmitique	$C^{16}H^{32}O^2$	256		62	348	i.
— pimélique	$C^7H^{12}O^4$	160		149	> 320	3
— sébacique	$C^{10}H^{18}O^4$	210		127		bs.
— stéarique	$C^{18}H^{36}O^2$	284	1,01	69,2	287 (10cm)	i.
— subérique	$C^8H^{14}O^4$	174		140		bs.
Alcool heptylique normal	$C^7H^{16}O$	116		liq.	176	i.
— pentaméthyléthylique	$C^7H^{16}O$	116		47	131	i.
— — — hydraté	$C^7H^{16}O$, 1/2 aq.	125		83	déc.	
— octylique normal	$C^8H^{18}O$	130	0,83/16°	liq.	190	i.
— cétylique	$C^{16}H^{34}O$	242		50	vol.	i.
— cérylique	$C^{27}H^{56}O$	396		79	déc.	i.

Corps.	Formules.	P. moléc.	Densités.	P. de fusion.	P. d'ébull.	Sol. dans 100 p. eau.
Alcool myricique	$C^{30}H^{62}O$	438		88°	déc.	i.
Aldéhyde œnanthyl., œnanthol.	$C^7H^{14}O$	114		liq.	155	ps.
Hydrure d'heptyle normal	C^7H^{16}	100	0,850/20°	liq.	97.5	i.
— d'octyle (pétrole)	C^8H^{18}	114	0,715	liq.	117	i.
— de nonyle —	C^9H^{20}	128	0,726	liq.	137	i.
— de décyle —	$C^{10}H^{22}$	142	0,741	liq.	160	i.
— d'undécyle —	$C^{11}H^{24}$	156	0,757	liq.	181	i.
— de lauryl —	$C^{12}H^{26}$	170	0,766	liq.	199	i.
— de cocinyle —	$C^{13}H^{28}$	184	0,778	liq.	219	i.
— de myristyle —	$C^{14}H^{30}$	198	0,796	liq.	238	i.
— de bényle —	$C^{15}H^{32}$	212	0.809	liq.	260	i.
— de palmityle —	$C^{16}H^{34}$	226	0,825	liq.	280	i.
Paraffine	C^nH^{2n+2}			45 — 65	> 300	i.
Rad. organo-métall.						
Cacodyle	$[(CH^3)^2As]^2$	210		— 6	170	ps.
— chlorure	$(CH^3)^2AsCl$	140	> 1	liq.	100	
— cyanure	$(CH^3)^2As.CAz$	131		30	40	
— oxyde	$[(CH^3)^2As]^2O$	226		liq.	150	
Mercure-amyle (iso)	$(C^5H^{11})^2Hg$	342	1,6663	liq.	déc.	i.
Mercure-éthyle	$(C^2H^5)^2Hg$	258	2,44	liq.	159	i.
Mercure-méthyle	$(CH^3)^2Hg$	230	3,07	liq.	94	i.
Stanno-diéthyle	$(C^2H^5)^2Sn$	176		liq.	déc.	
— — iodure	$(C^2H^5)^2SnI^2$	430		44,5	245	ps.
Stannotétréthyle	$(C^2H^5)^4Sn$	234	1,187	liq.	181	i.
Zinc-éthyle	$(C^2H^5)^2Zn$	123	1,182/18°	liq.	118	déc.
Zinc-méthyle	$(CH^3)^2Zn$	95	1,1386/10	liq.	46	déc.

(203) *Série*

Corps.	Formules.	Densités.
Benzine	C^6H^6	0,899
— chlorée	C^6H^5Cl	1,128
— bichlorée 1.2	$C^6H^4Cl^2$	1,327
— — 1.3	—	1,307
— — 1.4	—	
— trichlorée 1.2.4	$C^6H^3Cl^3$	1,446 à 26
— — 1.3.5	—	
— — 1.2.3	—	
— tétrachlorée 1.2.4.5	$C^6H^2Cl^4$	
— pentachlorée	C^6HCl^5	
— hexachlorée	C^6Cl^6	
Hexachlorure de benzine *a*	$C^6H^6Cl^6$	
— — *b*	—	[illegible],517
Benzine bromée	C^6H^5Br	[illegible]003
— bibromée 1.2	$C^6H^4Br^2$	2,[illegible] à 18
— — 1.3	—	1,955 [illegible]
— — 1.4	—	2,22
— tribromée 1.3.4	$C^6H^3Br^3$	
— hexabromée	C^6Br^6	
Phénol	C^6H^5OH	1,08
Thiophénol	$C^6H^5.SH$	1,078
Anisol	$C^6H^5OCH^3$	0,991
Phénétol	$C^6H^5OC^2H^5$	0,819
Oxyde de phényle	$(C^6H^5)^2O$	
Chlorophénol 1.2	$C^6H^4Cl.OH$	
— 1.3	—	
— 1.4	—	
Tribromophénol 1.3.5	$C^6H^2Br^3.OH$	
Nitrophénol 1.2	$C^6H^4.OH.AzO^2$	
— 1.3	—	
— 1.4	—	
Trinitrophénol 1.2.4.6	$C^6H^2.OH.(AzO^2)^3$	
Amidophénol 1.2	$C^6H^4.AzH^2.OH$	
— 1.4	—	
Nitrobenzine	$C^6H^5AzO^2$	1,2
Dinitrobenzine 1.2	$C^6H^4(AzO^2)^2$	
— 1.3	—	
— 1.4	—	
Chloronitrobenzine 1.2	$C^6H^4.Cl.AzO^2$	
— 1.3	—	

aromatique.

	Points		Solubilité dans 100 p.		Observations.
	de fusion.	d'ébullition.	d'alcool.	d'éther.	
a	6	80,5	∞	∞	
b	—40	132	ts.	ts.	ts. dans C^6H^6
c	liq.	179			s. dans C^6H^6.
d	-	172			—
e	sub. 53	172	bs.	s.	—
f	16	213			—
g	63,4	208,5			—
h	54	219	ps.		—
i	138	246	bps.	s.	—
j	86	277	ps; bs	s.	—
k	226	326	bps.	s.	—
l	157	288	ps.		s. dans C^6H^6.
m	sub 310°		ps.		s. dans C^6H^6.
n	liq.	154	s.	ts.	
o	—1	223 sous 751			
p	liq.	220			
q	89,3	219			
r	44	276	ps.	s	
s	310		ps.	ps.	
	40	183	∞	∞	
		168	s.	s.	
	liq.	152	∞	∞	
	172				
	28	253	s.	s.	Odeur de géranium.
	7	176	s.	s.	
	28,5	214	s.	s.	
	41	217	s.	s.	
	95	sub.	s.		
	45	214	s.	s.	Volat. avec vap. d'eau.
	96		s.		
	114		ts.	s.	
	122		s.	s.	1; b. 5 ds 100 eau.
	170	sub.	s.	s.	
	déc. 184	sub.	s.	s.	
	3	205	∞	∞	
k	117,9		s.	s.	s. dans l'eau.
l	90		ps.	s.	
	172		ps. bts.	s.	
m	32,5				
o	44,4				

Corps.	Formules.	Densités.	
Chloronitrobenzine 1.4	$C^6H^4.Cl.AzO^2$		a
Dinitrochlorobenzine 1 2.4	$C^6H^3Cl(AzO^2)^2$		b
Aniline	$C^6H^5.AzH^2$	1,036	c
Chroraniline 1.2	$C^6H^4ClAzH^2$		d
— 1.3	—		e
— 1.4	—		f
Dichloraniline 1.2.4	$C^6H^3AzH^2.Cl^2$		g
Bromaniline 1.2	$C^6H^4Br.AzH^2$		h
— 1.3	—		i
— 1.4	—		j
Nitraniline 1.2	$C^6H^4.AzO^2.AzH^2$		k
— 1.3	—		l
— 1.4	—		m
Méthylaniline	$C^6H^5AzHCH^3$		n
Diméthylaniline	$C^6H^5Az(CH^3)^2$	0,955	o
Ethylaniline	$C^6H^5.AzH.C^2H^5$	0,954 à 18	p
Diéthylaniline	$C^6H^5Az(C^2H^5)^2$	0,939 à 18	q
Diphénylamine	$(C^6H^5)^2AzH$		r
Triphénylamine	$(C^6H^5)^3Az$		s
Formanilide	$C^6H^5AzHCHO$		t
Acétanilide	$C^6H^5AzHC^2H^3O$	1,1	u
Phénylglycocolle	$(C^6H^5)AzH.CH^2CO^2H$		v
Oxanilide	$(C^6H^5AzH)^2C^2O^2$		x
Phénylurée	$C^6H^5.AzH.CO.AzH^2$		y
Diphénylurée symétrique	$(C^6H^5AzH)^2CO$		z
— dissymétrique	$(C^6H^5)^2AzCO.AzH^2$		a
Hydrazobenzol	$(C^6H^5)^2Az^2H^2$		b
Azobenzide	$(C^6H^5)^2Az^2$		c
Azoxybenzide	$(C^6H^5)^2Az^2O$		d
p.Amidoazobenzol	$C^6H^5.Az^2.C^6H^4.AzH^2$		e
Diamidoazobenzol	$C^6H^5.Az^2.C^6H^3(AzH^2)^2$		f
Phénylhydrazine	$C^6H^5.AzH.AzH^2$		g
Phénylène-diamine 1.2	$C^6H^4(AzH^2)^2$		h
— 1.3	—		i
— 1.4	—		j
Triamidobenzine 1.2.3	$C^6H^3(AzH^2)^3$		k
Amidophénol 1.2	$C^6H^4.AzH^2.OH$		l
— 1.4	—		m
Sulfobenzide	$(C^6H^5)^2SO^2$		n
Mercure-phényle	$(C^6H^5)^2Hg$		o
Pyrocatéchine 1.2	$C^6H^4(OH)^2$		p
Gaïacol	$C^6H^4.OH.OCH^3$	1,117	q

	Points		Solubilité dans 100 p.		Observations.
	de fusion.	d'ébullition.	d'alcool.	d'éther.	
a	83				
b	53.4				
c	—8	182	∞	∞	3 dans 100 eau.
d	liq.	207	s.	s.	
e	liq.	230	s.	s.	
f	70	231	s.	s.	
g	63				
h	31,5	251	s.	s.	
i	18	251	s.	s.	
j	66	déc.	s.		
k	71		s.	s.	
l	114	285	s.	s.	
m	147		s.	s.	
n	—30 env.	192	s.	s.	
o	—3	198	s.	s.	
p		204	s.	s.	
q		213,5	s.	s.	
r	54	310	s.	s.	
s	127		ps.	s.	
t	46		s.	s.	s. dans l'eau.
u	112	295	s.	s.	
v	100		s.	s.	s. dans l'eau.
x	245	320	bps.	i.	s. dans C^6H^6.
y	147		s.	s.	ps; bs. dans l'eau.
z	235	260	s.	s.	ps dans l'eau.
a	189		s.	s.	
b	131	déc.	s.	s.	
c	66,5	293	s.	s.	
d	36	déc.	s.	s.	
e	126	au delà 360	s.	s.	
f	117		s.	s.	
g	23	242 sous 750	∞	∞	ps dans l'eau.
h	99	251	s.	s.	ps; bts dans l'eau.
i	63	287	s.	s.	i; bs. dans l'eau.
j	140	267	s.	s.	i. dans l'eau.
k	103	336	s.	s.	s. dans l'eau.
l	170	sub.	s.	s.	
m	184		s.	s.	
n	129	376 sous 722	bs.	s.	
o	120	déc.	ps.	ps.	
p	102	242	ts.	ts.	s. dans l'eau.
q	liq.	203			

Corps.	Formules.	Densités.	
Vératrol	$C^6H^4(OCH^3)^2$	1,086	a
Résorcine 1.3	$C^6H^4(OH)^2$		b
Trinitrorésorcine	$C^6H(OH)^2(AzO^2)^3$		c
Hydroquinone. 1.4	$C^6H^4(OH)^2$		d
Quinone	$C^6H^4O^2$		e
Quinhydrone	$C^{12}H^{10}O^4$		f
Chloranile	$C^6Cl^4O^2$		g
Acide pyrogallique 1.2.3	$C^6H^6O^3$		h
Phloroglucine 1.3.5	$C^6H^6O^3+2Aq.$		i
Oxyhydroquinone 1 2 4	$C^6H^6O^3$		j
Toluène	$C^6H^5CH^3$	0,882	k
— chloré 1.2	$C^6H^4.Cl.CH^3$		l
— — 1.3	—		m
— — 1.4	—	1,08 à 14	n
— bromé 1.2	$C^6H^4.Br.CH^3$	1,40 à 18	o
— — 1.3	—		p
— — 1.4	—		q
Nitrotoluène 1.2	$C^6H^4.AzO^2.CH^3$	1,16 à 24	r
— 1.3	—		s
— 1.4	—		t
Binitrotoluène 1.2.4	$C^6H^3.CH^3.(AzO^2)^2$		u
Toluidine 1.2	$C^6H^4.CH^3.AzH^2$	1,00 à 16	v
— 1 3	—	0,99 à 25	x
— 1.4	—	1,0017	y
Crésylol 1.2	$C^6H^4.CH^3.OH$		z
— 1.3	—		a
— 1.4	—		b
Orcine	$C^7H^6O^2+2Aq.$		c
Homopyrocatéchine 1.3 4	$CH^3.C^6H^3(OH)^2$		d
Créosol 1.3.4	$C^6H^3.CH^3.OCH^3.OH$	1,089	e
Alcool benzylique	$C^6H^5.CH^2OH$	1,063	f
Chlorure de benzyle	$C^6H^5.CH^2Cl$	1,113	g
Bromure —	$C^6H^5.CH^2Br$	1,438	h
Acétate —	$C^6H^5CH^2.C^2H^3O^2$		i
Chlorobenzol	$C^6H^5.CHCl^2$	1,245	j
Phénylchloroforme	$C^6H^5.CCl^3$	1,38	k
Aldéhyde benzoïque	$C^6H^5.CHO$	1,05 à 15	l
Acide benzoïque	$C^6H^5.CO^2H$	1,084	m
Anhydride benzoïque	$(C^6H^5.CO)^2O$		n
Chlorure de benzoyle	$C^6H^5.COCl$	1,233	o
Benzamide	$C^6H^5.COAzH^2$		p
Acide hippurique	$C^9H^9AzO^3$		q

	Points		Solubilité dans 100 p.		Observations.
	de fusion.	d'ébullition.	d'alcool.	d'éther.	
a	15	206			
b	112	271	ts.	ts.	ts. dans l'eau.
c	175	déc.	s.	s.	0,7; b. 2 ds 100 eau.
d	169	sub.	ts.	ts.	ts. dans l'eau.
e	116	sub.	s.	s.	ps. dans l'eau.
f		déc. sub.	s.	s.	ps. dans l'eau; bs.
g	sub.	sub.	i; bs	ps.	
h	115	210	s.	s.	40 dans 100 eau.
i	220		s.	s.	s. dans l'eau.
j	140,5		s.	s.	volatil avec vap. eau.
k	liq.	111	∞	∞	
l		157			
m		156			
n	6,5	160,5	s.	∞	
o	liq.	181	∞	∞	
p	liq.	182	∞	∞	
q	28,5	185,2	ts.	ts.	
r	liq.	219	s.	s.	
s					
t	54	237	s.	s.	
u	71	300			
v	liq.	197	s.	s.	
x	liq.	197	s.	s.	
y	45	198	s.	s.	
z	31	185	s.	s.	
a	liq.	195	s.	s.	
b	36	198	s.	s.	
c	59	290	ts.	ts.	s. dans l'eau.
d	liq.		s.	s.	
e		220	∞	∞	
f	liq.	206	∞	∞	
g	liq.	176	∞	∞	
h	liq.	201	∞	∞	
i	liq.	210	s.	s.	
j	liq.	206	s.	s.	
k	liq.	214	s.	s.	
l	liq.	180	∞	∞	3 dans 100 eau.
m	121	250	50;b. 100	ts.	0.3; b. 5,9 ds 100 eau.
n	42	310	ts.	s.	
o	liq.	199	s. déc.	s.	
p	125	290	s.	s.	i; bps. dans l'eau.
q			s.	ps.	0,2; bs. eau

Corps.	Formules.	Densités.	
Cyanure de phényle	$C^6H^5.CAz$	1,023	a
Acide chlorobenzoïque 1.2	$C^6H^4.Cl.CO^2H$		b
— 1.3	—		c
— 1.4	—		d
Aldéhyde nitrobenzoïque 1.2	$C^6H^4.AzO^2.CHO$		e
— — 1.3	—		f
— — 1.4	—		g
Acide nitrobenzoïque 1.2	$C^6H^4.AzO^2.CO^2H$		h
— — 1.3	—		i
— — 1.4	—		j
Acide amidobenzoïque 1.2	$C^6H^4.AzH^2.CO^2H$		k
— — 1.3	—	1,51	l
— — 1.4	—		m
Saccharine	$C^6H^4CO\ SO^2\ AzH$		n
Anthranile	C^7H^5AzO		o
Alcool anisique 1.4	$C^6H^4.OCH^3.CH^2OH$	1,11 à 26	p
Aldéhyde anisique 1.4	$C^6H^4.OCH^3.CHO$	1,09	q
— salicylique 1.2	$C^6H^4.OH.CHO$	1,173	r
Saligénine 1.2	$C^6H^4OH\ CH^2OH$		s
Aldéhyde protocatéchique 1.3.4	$C^6H^3CHO.(OH)^2$		t
Vanilline 1.2.4	$C^6H^3OH\ OCH^3.CHO$		u
Pipéronal	$C^8H^6O^3$		v
Acide salicylique 1.2	$C^6H^4.OH.CO^2H$		x
— *m.* oxybenzoïque 1.3	—		y
— *p.* oxybenzoïque 1.4	—		z
Phtalide	$C^8H^6O^2$		a
Acide anisique 1.4	$C^6H^4.OCH^3.CO^2H$		b
— protocatéchique 1.3.4	$C^6H^3CO^2H(OH)^2$		c
— gallique 1.3.4.5	$C^6H^2CO^2H(OH)^3+Aq$		d
— tannique	$C^{14}H^{10}O^9+2Aq$		e
— quinique	$C^6H^7(OH)^4CO^2H$		f
Ethylbenzine	$C^6H^5.CH^2.CH^3$	0,866	g
Acétophénone	$C^6H^5COCH^3$	1,032	h
Cyanure de benzyle	$C^6H^5.CH^2.CAz$	1,015	i
Acide phénylacétique	$C^6H^5.CH^2.CO^2H$	1,3	j
Acide phénylglycolique	$C^6H^5.CHOH.CO^2H$		k
Oxindol	C^8H^7AzO		l
Isatine	$C^8H^5AzO^2$		m
Xylène 1.2	$C^6H^4(CH^3)^2$		n
— 1.3	—	0,877	o
— 1.4	—	0,86	p
p. Nitroxylène 1.2.4	$C^6H^3(CH^3)^2.AzO^2$	1,13 à 30	q

	Points		Solubilité dans 100 p.		Observations.
	de fusion.	d'ébullition.	d'alcool.	d'éther.	
a	—17	190,7	∞	∞	
b	137		s.	s.	0,1; bs. eau.
c	152		s.	s.	i; bs. eau.
d	236		s.	s.	i; bps. eau
e	46		s.	s.	
f	58		ts.	ts.	
g	106		s.	s.	volatil avec vap. d'eau.
h	145		ts.	ts.	0,7 dans 100 eau.
i	141		ts.	ts.	0,2; b. 10 ds 100 eau.
j	238		s.	s.	0,1 dans 100 eau.
k	145	sub.	s.	s.	
l	174		s.	s.	
m	187		s.	s.	
n	224		s.		
o	liq.	déc. 210	s.	s.	
p	25	258,8	∞	∞	
q	liq.	250	s.	s.	
r	—20	196	ts.	ts.	
s	82	sub.	s.	s.	bs. eau.
t	150		s.	s.	s. eau.
u	80	280	s.	s.	1,2 ds 100 eau; bts.
v	37	263	s.	∞	s. dans 600 p. eau.
x	156	déc. 230	s.	ts.	0,23; b. 8 ds 100 eau.
y	200	déc.	s.	s.	ps. eau.
z	210	déc.	ts.	ts	ps. eau.
a	73	290	s.	s.	ps. eau.
b	175	275	s; bts.	s; bts.	
c	199		s.	s.	1; b. 33 ds 100 eau.
d	201		ts.	ts.	
e			ts.	s.éth.an.	ts. eau.
f	162		s.	i.	40 dans 100 eau; bts.
g	liq.	134	∞	∞	
h	15	198			
i	liq.	231,7	s.	s.	
j	76,5	265	ts.	ts.	ps; bts. eau.
k	115		ts.	ts.	
l	120		s.	s.	
m			bs.	s.	i; bs. eau.
n	liq.	142	∞	∞	
o	liq.	138	∞	∞	
p	16	136	ts.	ts.	
q	29	258	ps.		

Corps.	Formules.	Densités.	
m. Nitroxylène 1.2.3	—		a
p. — 1.3.4	—	1,135	b
o. — 1.2.3	$C^6H^3CH^3.AzO^2.CH^3$	1,112	c
m. — 1.3.5	$C^6H^3(CH^3)^2AzO^2$		d
. — 1.2.4	$C^6H^3CH^3.AzO^2.CH^3$	1,132	e
p. Xylidine 1.2.4	$C^6H^3(CH^3)^2AzH^2$	1.075	f
m. — 1.2.3	—	0,991	g
p. — 1.3.4	—	0,918	h
o. — 1.2.3	$C^6H^3CH^3.AzH^2.CH^3$	0,972	i
. — 1.2.4	—	0,980	j
Acide toluique 1.2	$C^6H^4.CH^3.CO^2H$		k
— 1.3	—		l
— 1.4	—		m
Acide phtalique 1.2	$C^6H^4(CO^2H)^2$		n
Anhydride phtalique	$C^6H^4(CO)^2O$		o
Acide isophtalique 1.3	$C^6H^4(CO^2H)^2$		p
Acide téréphtalique 1.4	—		q
Mésitylène 1.3.5	$C^6H^3(CH^3)^3$		r
Trinitromésitylène	$C^6(CH^3)^3(AzO^2)^3$		s
Pseudocumène 1.3.4	$C^6H^3(CH^3)^3$	0,861	t
Ethyltoluène 1.2	$CH^3.C^6H^4.C^2H^5$		u
— 1.3	—		v
— 1.4	—		x
Propylbenzine	$C^6H^5.CH^2.CH^2.CH^3$	0,881	y
Acide hydrocinnamique	$C^6H^5.CH^2.CH^2.CO^2H$		z
Tyrosine	$C^9H^{11}AzO^3$	1,456	a
Cumène	$C^6H^5CH(CH^3)^2$	0,879	b
Acide hydratropique	$C^6H^5.CH.CH^3CO^2H$		c
Durol 1.2.4.5	$C^6H^2(CH^3)^4$		d
Cymène 1,4	$C^6H^4.CH^3.CH(CH^3)^2$	0,873	e
Pentaméthylbenzine	$C^6H(CH^3)^5$		f
Hexaméthylbenzine	$C^6(CH^3)^6$		g
Styrol	$C^6H^5CH{=}CH^2$	0,924	h
Allylbenzine	$C^6H^5.CH{=}CH.CH^3$	0,917	i
Alcool cinnamique	$C^6H^5.CH{=}CH.CH^2OH$		j
Aldéhyde —	$C^6H^5.CH{=}CH.CHO$		k
Acide —	$C^6H^5.CH{=}CH.CO^2H$		l
Acide nitrocinnamique 1.2	$C^6H^4AzO^2{-}CH{=}CH{-}CO^2H$		m
Acide atropique	$CH^2{=}C(C^6H^5){-}CO^2H$		n
Coumarine	$C^9H^6O^2$		o
Acide phénylpropiolique	$C^6H^5C{\equiv}C.CO^2H$		p
Ac. nitrophénylpropiolique 1.2	$C^6H^4.AzO^2.C{\equiv}C.CO^2H$		q

	Points de fusion.	Points d'ébullition.	Solubilité dans 100 p. d'alcool.	Solubilité dans 100 p. d'éther.	Observations.
a		250			
b	2	238			
c		225			
d	75	263			
e		239			
f	49	226	s.	s.	
g		223			
h		212			
i		222			
j		215			
k	102		s.		ps; bs. eau.
l	105		s.		s; bts. eau.
m	177				
n	182	déc.	s.	s.	0,8 dans 100 eau; bs.
o	129	277	s.	s.	ps; b. déc. eau.
p	300	sub.	s.		i; bps. eau.
q		300 sub.	i.	i.	
r	liq.	163	ts.	ts.	
s	232		ps.	ps.	s. dans benzine.
t	liq.	163	ts.	ts.	
u		160			
v		150			
x		162			
y		157	ts.		
z	48,7	279,8	s.	s.	
a	235		ps.	i.	
b	liq.	151	ts.	ts.	
c		265			volatil avec vap. d'eau.
d	80	191	ts.	ts	
e	liq.	175	ts.	ts.	
f	53	230	s.	s.	
g	164	264	s.	s.	
h	liq.	145	∞	∞	
i		175	∞	∞	
j	33	250	s.	s.	
k			s.	s.	
l	137	293	22	s.	i; bps. eau.
m	240		ps.		
n	107	267	s.		volatil avec vap. d'eau.
o	67	290	s.		ps; bs. eau.
p	137	sub.			s. eau et CS^2.
q	dé. 156		s.		s. eau.

Corps.	Formules.	Densités.	
Diphényle	$C^{12}H^{10}$		a
Benzidine 4.4	$AzH^2C^6H^4C^6H^4AzH^2$		b
Diphényline 2.4	—		c
Benzidinesulfone	$C^{12}H^6(AzH^2)^2SO^2$		d
Carbazol	$(C^6H^4)^2AzH$		e
Oxydiphényle 4	$C^{12}H^9OH$		f
Cérulignone	$C^{12}H^4O^2(OCH^3)^4$		g
Hydrocérulignone	$C^{12}H^4(OH)^2(OCH^3)^4$		h
Hexaoxydiphényle	$C^{12}H^4(OH)^6$		i
Fluorène	$(C^6H^4)^2CH^2$		j
Diphénylène-acétone	$(C^6H^4)^2CO$		k
Tolidine	$(C^6H^3)^2(AzH^2)^2(CH^3)^2$		l
Acide o-diphénique	$C^{12}H^8(CO^2H)^2$		m
Diphénylbenzine 1.4	$C^6H^4(C^6H^5)^2$		n
Triphénylbenzine 1.3.5	$C^6H^3(C^6H^5)^3$		o
Diphénylméthane	$C^6H^5CH^2C^6H^5$		p
Benzhydrol	$(C^6H^5)^2CH.OH$		q
Benzophénone	$(C^6H^5)^2CO$		r
Benzylphénol	$C^6H^5.CH^2.C^6H^4OH$		s
Triphénylméthane	$(C^6H^5)^3CH$		t
Triphénylcarbinol	$(C^6H^5)^3COH$		u
Tétraméthyldiamido-triphénylcarbinol	$C^6H^5C(OH)[C^6H^4Az(CH^3)^2]^2$		v x
Phénophtaléine	$C^{20}H^{14}O^4$		y
Dibenzyle	$(C^6H^5CH^2)^2$		z
Stilbène	$(C^6H^5CH=)^2$		a
Tolane	$(C^6H^5\equiv C)^2$		b
Hydrobenzoïne	$(C^6H^5.CHOH)^2$		c
Benzoïne	$C^6H^5.CO.CHOH.C^6H^5$		d
Désoxybenzoïne	$C^6H^5.CO.CH^2C^6H^5$		e
Benzile	$(C^6H^5.CO)^2$		f
Benzopinacone	$(C^6H^5.C.OH)^2$		g
Naphtaline	$C^{10}H^8$	0,977 à 80	h
Tétrachlorure de naphtaline	$C^{10}H^8Cl^4$		i
Naphtaline monochlorée 1	$C^{10}H^7Cl$		j
— 2	—		k
Naphtaline bichlorée 1.2	$C^{10}H^6Cl^2$		l
— 1.3	—		m
— 1.4	—		n
— 1.5	—		o
— 1.6	—		p
— 1.7	—		q

	Points		Solubilité dans 100 p.		Observations.
	de fusion.	d'ébullition.	d'éther.	d'alcool.	
a	71	254	s.	s.	
b	122	déc. sub.	s.	s.	s. eau b.
c	45	362			
d	déc. 350		i.	i.	
e	238	355	bs.	bs.	
f	165	308			dérivé acétylé fus. à 160.
g			i.	i.	aig. bleues s. ds phénol.
h	190		bs.		
i			s.		lamelles s. dans l'eau.
j	113	295	ps.	ts.	picrate fus. à 80.
k	84	vers 300	ts.	ts.	
l	128				lamelles brillantes.
m	229	sub.			
n	sub. 205	400	ps.	ps.	s. dans C^6H^6.
o	169	au-des. 360		s.	
p	26,5	262	s.	s.	
q	68	298	s.	s.	
r	49	295	s.	s.	
s	84	175 vide	s.		
t	93	355	s; bts.	s.	
u	159		s.	s.	
v					
x	130				
y	250	s.			
z	52	285	s; bts.	ts.	
a	120	306	ps; bs.	s.	
b	60		s.	s	
c	134	sub.	3; bts.	s.	
d	137		ps; bs.	ps.	
e	60	314	s.		
f	90	347	s.	s.	
g	déc. 185		s.		
h	79,2	218	ps; bs.	ps; bs.	
i	182		ps.	ps.	
j	liq.	263			
k	61	257			
l	350		s.	s.	prismes dans l'alcool.
m	61		s.	s.	longues aiguilles —
n	67,5				— —
o	107		s.	s.	courtes aiguilles —
p	48		s.	s.	longues aiguilles —
q	62,5		s.	s.	petits agrégats. —

Corps.	Formules.	Densités.	
Naphtaline bichlorée 1.8	$C^{10}H^6Cl^2$		a
— 2.3	—		b
— 2.6	—		c
— 2.7	—		d
Naphtaline trichlorée 1.2.3 ...	$C^{10}H^5Cl^3$		e
— 1.2.4 ...	—		f
— 1.2.5 ...	—		g
— 1.2.6 ...	—		h
— 1.2.7 ...	—		i
— 1.3.5 ...	—		j
— 1.3.6 ...	—		k
— 1.3.7 ...	—		l
— 1.3.8 ...	—		m
— 1.4.7 ...	—		n
— 1.4.8 ...	—		o
— 2.3.7 ...	—		p
— 2.3.8 ...	—		q
Perchloronaphtaline	$C^{10}Cl^8$		r
Naphtaline bromée 1	$C^{10}H^7Br$		s
— 2	—		t
Méthylnaphtaline 1	$C^{10}H^7CH^3$		u
— 2	—		v
Diméthylnaphtaline	$C^{10}H^6(CH^3)^2$		x
Ethylnaphtaline 1	$C^{10}H^7C^2H^5$		y
— 2	—		z
Nitronaphtaline 1	$C^{10}H^7AzO^2$		a
— 2	—		b
Dinitronaphtaline 1.5	$C^{10}H^6(AzO^2)^2$		c
— 1.8	—		d
Naphtylamine 1	$C^{10}H^7AzH^2$		e
— 2	—		f
Méthyl α naphtylamine......	$C^{10}H^7AzHCH^3$		g
di — α —	$C^{10}H^7Az(CH^3)^2$		h
di — β —	—		i
Ethyl α naphtylamine	$C^{10}H^7AzHC^2H^5$		j
— β —	—		k
di— α —	$C^{10}H^7Az(C^2H^5)^2$		l
di— β —	—		m
Phényl α naphtylamine......	$C^{10}H^7AzHC^6H^5$		n
— β —	—		o
α Dinaphtylamine..........	$(C^{10}H^7)^2AzH$		p
β —	—		q

	Points de fusion.	Points d'ébullition.	Solubilité dans 100 p. d'alcool.	Solubilité dans 100 p. d'éther.	Observations.
a	83		s.	s.	rhomboèdres ds l'alcool.
b	119,5		s.	s.	écailles nacrées —
c	135		s.	s.	longues aiguilles —
d	114		s.	s.	lames minces —
e	81		s.	s.	longues aiguilles —
f	92		s.	s.	aiguilles plates —
g	78,5		s.	s.	— larges —
h	92,5		s.	s.	— frêles —
i	84		s.	s.	— microscopiques.
j	103		s.	s.	— plates —
k	88		s.	s.	— fines —
l	113		s	s.	— plates —
m	90		s.	s.	larges prismes —
n	66		s.	s.	aiguilles devenant opaq.
o	131		s.	s.	longues aiguilles —
p	91		s.	s.	petites lames —
q	109,5		s.	s.	longues aiguilles fines.
r	203	400	ps.		ts benzine et $CHCl^3$.
s	liq.	280	∞	∞	
t	68	282	s.	ts.	
u	liq.	240	s.	s.	picrate fus. à 117.
v	32	242	s.	s.	— 145.
x	liq.	vers 260	s.	s.	— 139.
y	liq.	259	s.	s.	— 98.
z	liq.	250	s.	s.	— 71.
a	61	304	s.	s.	
b	79				
c	216				
d	176				
e	50	300	s.	s.	
f	112	299	s.	s.	
g	liq.	293	s.	s.	
h	liq.	267	s.	s.	
i	46	305	s.	s.	
j	liq	303	s.	s.	
k	liq.	191 vide	s.	s.	
l	liq.	290	s.	s.	
m	liq.	316sous717	s.	s.	
n	62	226 vide	s.	s.	
o	108	395	s.	s.	
p	143	340 vide	s.	s.	
q	171				

Corps.	Formules.	Densités.	
αβ Dinaphtylamine	$(C^{10}H^7)^2AzH$		a
Phénylnaphtylcarbazol	$C^6H^4.C^{10}H^6.AzH$		b
Naphtène-diamine 1.2	$C^{10}H^6(AzH^2)^2$		c
— 1.4	—		d
— 1.5	—		e
— 1.6	—		f
— 1.8	—		g
— 2.6	—		h
— 2.7	—		i
Naphtol 1	$C^{10}H^7OH$		j
— 2	—		k
α Nitroso-α-naphtol	$C^{10}H^7AzO^2$		l
β —	—		m
α Nitroso-β-naphtol	—		n
Nitronaphtol 1.2	$C^{10}H^6AzO^2OH$		o
— 1.4	—		p
di — 1 2.4	$C^{10}H^5(AzO^2)^2OH$		q
α dinaphtol	$C^{20}H^{12}(OH)^2$		r
β —	—		s
Acide naphtholsulfureux 1.2	$C^{10}H^6OH.SO^3H$		t
— 1.4	—		u
— 1.8	—		v
— 2.7	—		x
Dioxynaphtaline 1.2	$C^{10}H^6(OH)^2$		y
— 1.4	—		z
— 1.5	—		a
— 1.6	—		b
— 1.7	—		c
— 1.8	—		d
— 2.3	—		e
— 2.6	—		f
— 2.7	—		g
Naphtoquinone 1.4	$C^{10}H^6O^2$		h
— 1.2	—		i
Naphtazarine	$C^{10}H^4O^2(OH)^2$		j
Acide naphtoïque 1	$C^{10}H^7CO^2H$		k
— 2	—		l
Acide naphtalique 1.8	$C^{10}H^6(CO^2H)^2$		m
Anhydride naphtalique	$C^{10}H^6(CO^2)^2O$		n
Anthracène	$C^6H^4(CH)^2C^6H^4$		o
Dichloranthracène 9.10	$C^{14}H^8Cl^2$		p
Dibromanthracène 9.10	$C^{14}H^8Br^2$		q

	Points		Solubilité dans 100 p.		Observations.
	de fusion.	d'ebullition	d'alcool.	d'éther.	
a	110		s.	s.	
b	130	440	ps.	ps.	
c	95				dérivé acétylé pf. 234°.
d	120				— 154°.
e	189				— 305°.
f	liq.				
g	66				
h	216				
i	161				
j	94	278	s.	s.	ps. eau bouillante.
k	122	286	s.	s.	—
l	déc. 190		ts.	ts.	
m	152		ts.	ts.	
n	106				volatil avec vap. d'eau.
o	128				
p	164				
q	138		ps.	ps.	
r	300°		s.	s.	
s	218		s.	s.	
t	101				aiguilles blanc. déliq.
u	déc. 170				tables transp. ts. ds H^2O.
v	154				ts. dans l'eau.
x	89				aiguilles.
y	60				dérivé diacétique pf. 105°.
z	176		ts.	ts.	— — 129°.
a	258		ts.	ts.	— — 159°.
b	135,5				— — 73°.
c	178		ts.	ts.	— — 108°.
d	137				— — 147°.
e	160				
f	215		ts.	ts.	— — 175°.
g	186		s.		— — 129°.
h	125	subl.	s.	ts.	volatil avec vap. d'eau.
i	déc. 115		s.	ts.	aiguilles rouges d. éther.
j			s.	s.	se sublime vers 215°.
k	160		s.		ps. eau chaude.
l	184	au delà 300	s.	s.	
m	déc. 140		s.	ps.	
n	266		ps.	ps.	
o	213	au-des. 360	ps.	ps.	ts. dans benzine bouil.
p	209		ps.	ps.	ts. dans benzine.
q	221	sub.	ps.	ps.	s. dans toluène chaud.

Corps.	Formules.	Densités.	
α Anthrol	$C^{14}H^9OH$		a
Anthranol	—		b
Anthraquinone	$C^{14}H^8O^2$		c
α Nitroanthraquinone	$C^{14}H^7(AzO^2)O^2$		d
β —	—		e
β Dinitroanthraquinone	$C^{14}H^6(AzO^2)^2O^2$		f
α Oxanthraquinone	$C^{14}H^7O^2OH$		g
β —	—		h
Dioxyanthraquinone	$C^{14}H^6O^2(OH)^2$		i
Alizarine 1.2	—		j
Xanthopurpurine 1.3	—		k
			l
Quinizarine 1.4	—		m
			n
Anthrarufine 1.5	—		o
			p
Chrysazine 1.6	—		q
	—		r
Acide anthraflavique 1.7			s
Hystazarine 2.3	—		t
			u
Métadioxyanthraquinone 2.6	—		v
Acide isoanthrafluvique	—		x
Isochrysazine	—		y
Trioxyanthraquinones	$C^{14}H^5O^2(OH)^3$		z
Purpurine 1.2.4	—		a
Anthragallol 1.2.3	—		b
Flavopurpurine 2.5.6	—		c
Isopurpurine 1.2.7	—		d
Oxychrysazine 3.4.8	—		e
Acide rufigallique	$(CH)^5C^6H(CO)^2C^6H(OH)^3+2Aq$		f
Méthylanthracène 2	$C^{14}H^9CH^3$		g
Méthylanthraquinone	$C^{14}H^7O^2CH^3$		h
Phénylanthracène	$C^{14}H^9C^6H^5$		i
Phénanthrène	$(C^6H^4)^2C^2H^2$		j
Phénanthrène quinone	$C^{14}H^8O^2$		k
Fluoranthène	$C^{15}H^{10}$		l
Pyrène	$C^{16}H^{10}$		m
Rétène	$C^{18}H^{18}$		n
Chrysène	$C^{18}H^{12}$		o

	Points		Solubilité dans 100 p.		Observations.
	de fusion.	d'ébullition.	d'alcool.	d'éther.	
a	déc. 250		s.	s.	
b	167		s.	s.	dérivé acétylé f. à 126-131
c	277	sub.	ps.	ps.	
d	230°	sub.	ps.	ps.	s. dans benzine.
e	220	sub.	ps.	ps.	—
f	280		ps.	ps.	s. dans ac. acétique b.
g	191	sub.	s.	s.	dérivé acétylé fond à 179.
h	323	sub.	s.	s.	— — 158.
i					
j	282	sub. à 110	s.	s.	aiguilles rouges.
k	262		s.	s.	aiguilles jaunes brill. de
l					l'ac. acétique.
m	193		s.	s.	paillettes rouge-jaunâtre
n					de l'éther.
o	280		ps.	ps.	paillettes jaune clair de
p					l'ac. acétique.
q	191		s.	s.	aiguilles rouge-brunâtre
r					de l'ac. acétique.
s		sub déc. 330	s.	ps.	aiguilles jaunes.
t		sub déc. 260	s.	s.	aiguilles jaune-orangé
u					de l'ac. acétique.
v	293	sub.	s.	s.	aiguilles jaunes.
x		sub déc. 330	s.	ps.	—
y	180	sub.	s.		aig. rouge foncé de l'alc.
z					
a	253	sub. 150	bs.	s.	aiguilles rouges.
b		sub. 290	s.	s.	— noires.
c	au-des. 330	sub.	ts.	ps.	— jaunes.
d	vers 330		bts.	ps.	— oranges.
e		sub.	s.		— rougeâtres.
f		sub.	ps.	ps.	ts. acétone, cristaux bruns
g	203°	au-des. 360	ps.	ps.	ts. benzine et CS^2.
h	162		bs.	s.	
i	152		bts.	ts.	
j	99	340	2; bts.	ts.	sub.
k	198		bs.	s.	
l	110		bs.	s.	comb. picrique fus. à 182.
m	148		bps.	s.	— — 222.
n	98	390	s.	s.	— — 123.
o	250	436	ps.	ps.	

(203) *Dérivés de l'essence de térébenthine.*

Corps.	Formules.	Densités.	Points de fusion	Points d'ébull.	Solubilité dans 100 p. d'eau.	d'alcool.	d'éther.	benzine.
			0	0				
Acide campholique.....	$C^{10}H^{18}O^2$		95	250		s.	s.	
— camphorique.....	$C^{10}H^{16}O^4$		176		1,1; b 12	ts.	ts.	
Anhydride camphorique.	$C^{10}H^{14}O^3$		217	> 270	ps.	ts.	ts.	
Bornéol	$C^{10}H^{18}O$		198	212	i.	ts.	ts.	
Camphène.............	$C^{10}H^{16}$	0,88/60°	45	160	i.	ts.	ts.	ts.
Camphre (laurinées)....	$C^{10}H^{16}O$	0,985	175	205	ps.	s.	s.	ts.
— monobromé...	$C^{10}H^{15}BrO$		76	274	i.	ps.	s.	ts.
Citrène..............	$C^{10}H^{16}$	0,85/15	liq.	173	i.	∞	∞	∞
Chlorh. térébenthène...	$C^{10}H^{16},HCl$		115	208 déc.	i.	s.	s.	
Hydr. — (terpine).	$C^{10}H^{16},2H^2O+aq.$	1,1	103	250	0,5; b 5	7	bs.	
Menthène..............	$C^{10}H^{18}$		165					
Menthol	$C^{10}H^{19}OH$		42	212	ps.	s.	s.	
Térébène	$C^{10}H^{16}$	0,875	liq.	156	i.	∞	∞	∞
Térébenthène	$C^{10}H^{16}$	0,864/15°	liq.	160	i.	∞	∞	∞
Thymol	$C^{10}H^{14}O$		44	230	0,3	bts.	ts.	
Thymoquinone.........	$C^{10}H^{12}O^2$		45,5	200	bs.	ps.	ts.	

(205) *Corps à chaînes fermées diverses.*

Corps.	Formules.	Densités.	Points		Solubilité dans		Remarques.
			de fusion	d'ébullit.	l'alcool.	l'éther.	
Furfurane. .	C^4H^4O	0,964		31,5	s.	s.	
Furfurol....	$C^4H^3O.CHO$	1,163		162	s.	s.	1 p. s. dans 12 p. eau.
Thiophène..	C^4H^4S	1,088		84	∞	∞	
Pyrrol	$C^4H^4.AzH$	0,975		131	s.	s.	ps. eau.
Iodol	$C^4I^4.AzH$		déc. 140		ps.		
Pyrazol	$C^3H^3.Az.AzH$		70	185			
Antipyrine..	$C^3H(CH^3)^2Az^2(C^6H^5)O$		113	déc.	s.	s.	s. eau.
Indol	$C^8H^6.AzH$		52	déc. 245	ts.	ts.	volatil avec vap. eau.
Oxindol....	$C^8H^6O.AzH$		120				s. eau.
Isatine. ...	$C^8H^5O^2Az$		201	sub.	bs.	s.	i; bs. eau.
Indigotine..	$C^{16}H^{10}Az^2O^2$			sub. 300	i.	i.	bs. aniline et nitrobenz.
Pyridine....	C^5H^5Az	1,003		114,5	∞	∞	∞ s. eau.
Pipéridine.	$C^5H^{11}Az$	0,881		106	∞	∞	—
Quinoléine..	C^9H^7Az	1,108		238	∞	∞	ps. eau froide.

(206) *Sels des acides organiques.*

Sels.	Formules.	Perte d'eau à t^0.	Solubilité dans 100 p.		
			Eau.	Alcool.	Éther.
Acétate d'ammonium	$C^2H^3O^2.AzH^4$	Décom.	ts.	s.	
— d'argent	$C^2H^3O^2Ag$		1	i.	i.

Sels.	Formules.	Perte d'eau à t°.	Solubilité dans 100 p.		
			Eau.	Alcool.	Éther.
Acétate de baryum	$(C^2H^3O^2)^2Ba + aq$	aq. à 100	8; b 96	1; b 1,5	i.
— de calcium	$(C^2H^3O^2)^2Ca + aq$	eff.	23	4	i.
— de cuivre	$(C^2H^3O^2)^2Cu + aq$	eff.	7; b 20	7	i.
— de magnésium	$(C^2H^3O^2)^2Mg$		100	ts.	
— de plomb	$(C^2H^3O^2)^2Pb + 3aq$	3aq. à 100	66; b 200	s.	i.
— de potassium	$C^2H^3O^2K$		190; b 800	30; b 50	i.
— de sodium	$C^2H^3O^2Na + 3aq$	eff.	28; b 204	45	i.
— de zinc	$(C^2H^3O^2)^2Zn + 5aq$	eff.	s.	s.	i.
Benzoate d'ammonium	$C^7H^5O^2.AzH^4$		ts.	ts.	
— de calcium	$(C^7H^5O^2)^2Ca + 2aq$	2 aq. à 120	3,5; bts.	ps.	
— de potassium	$C^7H^5O^2K + aq$	aq. à 100	ts.	s.	
— de sodium	$C^7H^5O^2Na$		s.	ps.	
Butyrate de calcium	$(C^4H^7O^2)^2Ca + n\,aq$	n aq. avant 140	18	ps.	
Citrate d'ammonium	$C^6H^6O^7(AzH^4)^2$		s.	s.	
— de calcium	$(C^6H^5O^7)^2Ca^3 + 2aq$	2aq. à 200	ps.	i.	
— de fer (proto-)			ts.	i.	
— — (per-)	$(C^6H^5O^7)^2Fe^2 + 6aq$	3 aq. à 130; 3 à 150	ts.	i.	
— — ammon			ts.	i.	
— de magnésium	$(C^6H^5O^7)^2Mg^3 + 14aq.$	14aq. à 210	ts.	i.	
— de potassium	$C^6H^5O^7K^3 + aq$	aq. à 200	ts.	i.	
— de sodium	$(C^6H^5O^7Na^3)^2 + 11aq$	7aq. à 100; 4 à 200	40	ps.	
Éthylsulfate de baryum	$(C^2H^5SO^4)^2Ba + 2aq$	2aq. d. vide.	1; bts.	s.	i.
— de calcium	$(C^2H^5SO^4)^2Ca + 2aq$	aq. à 80	1; bts.	s; bts.	i.
— de plomb	$(C^2H^5SO^4)^2Pb + 2aq$	2aq. d. vide.	ts.	ts.	i.
— de potassium	$C^2H^5SO^4K$		125; bts.	tps.	i.
— de sodium	$C^2H^5SO^4Na + aq$	aq. d. vide.	160	s; bts.	i.
Formiate d'ammonium	$CHO^2.AzH^4$		ts.	ps.	i.
— de calcium	$(CHO^2)^2Ca$		10	i.	i.

Sels.	Formules.	Perte d'eau à t^0.	Solubilité dans 100 p. Eau.	Alcool.	Éther.
Formiate de plomb	$(CHO^2)^2Pb(qq f. + aq)$	aq. à 100	2,7	i.	i.
— de potassium	CHO^2K		ts.	ps.	tps.
— de sodium	$CHO^2Na(qq f. + aq)$	effl.	50	ps.	i.
Lactate de calcium............	$(C^3H^5O^3)^2Ca + 5aq$	5aq. d. vide.	11; bts.	0,2; b 90	i.
— de cuivre............	$(C^3H^5O^3)^2Cu + 2aq$	2aq. d. vide.	15; b 45.	1; b 4	i.
— de fer (proto-)	$(C^3H^5O^3)^2Fe + 3aq$	3aq. d. vide.	2; b 8	i; bps.	
— de sodium............	$C^3H^5O^3Na$		ts.	ts.	i.
— de zinc.............	$(C^3H^5O^3)^2Zn + 3aq$	3aq. à 160	2; b 15	i.	
Paralactate de calcium........	$(C^3H^5O^3)^2Ca + 4aq$	4aq. à 100	9; bts.	bts.	i.
— de cuivre	$(C^3H^5O^3)^2Cu + aq$	aq. d. vide.	2; b 80	ts.	
— de zinc............	$(C^3H^5O^3)^2Zn + 2aq$	2 aq. 120	18; b 40	45; bts.	i.
Malate de calcium............	$(C^4H^4O^5)Ca + 2aq$	aq 100; aq 180	ts.		
Oléate de calcium..............				s.	s.
— de plomb..............		fond à 80°			s.
— de potassium	$C^{18}H^{33}O^2K$		25	2; b 1	b 3
Oxalate d'ammonium	$C^2O^4(AzH^4)^2 + aq$	eff.	33	i.	i.
— de baryum............	$C^2O^4Ba + aq$	aq. à 150	0,04	i.	i.
— de calcium	$C^2O^4Ca + aq$ et $3aq$	*n*aq. à 150	i.	i.	i.
— de fer (proto-)	$C^2O^4Fe + 2aq$	aq. à 160	0,05 b 0,03	i.	i.
— de potassium	$C^2O^4K^2 + aq$	aq. à 160	33	i.	i.
— de — (bi-)	$C^2O^4KH + aq$		2,5; b 17	b 3	i.
— de — (tétra-)...	$C^2O^4KH + C^2O^4H^2 + 2aq$	2aq. à 128	5		
— de sodium............	$C^2O^4Na^2$		3,5; b 7		
Palmitate de potassium...... ..	$C^{16}H^{31}O^2K$		p.s; ex. déc.	s; bts.	i.
— de sodium			déc.	ps; b 5	
Picrate d'ammonium..........	$C^6H^2Az^3O^7AzH^4$		s.	ps.	
— de baryum	$(C^6H^2Az^3O^7)^2Ba + 5aq$	5aq. vers 100	ts.		
— de potassium..........	$C^6H^2Az^3O^7K$		0,4; b 7	i.	

Sels.	Formules.	Perte d'eau à t^0.	Solubilité dans 100 p. Eau.	Alcool.	Éther.
Stéarate de plomb	$(C^{18}H^{35}O^2)^2Pb$.		i.	ps.	ps.
— de potassium	$C^{18}H^{35}O^2K$		b4	ps ; b 15	i.
— de sodium	$C^{18}H^{35}O^2Na$		tps.	0,2 ; b 5	i.
Succinate d'ammonium	$C^4H^4O^4(AzH^4)^2$		ts.	ts.	
— de calcium	$C^4H^4O^4Ca + 3aq$	3aq. à 150	ps.	i.	
— de plomb	$C^4H^4O^4Pb$ (à 100°)		tps.	i.	
— de potassium	$C^4H^4O^4K^2 + 2aq$	2aq. à 100	ts.	s.	i.
— de sodium	$C^4H^4O^4Na^2 + 6aq$	6aq. à 100	s ; bts.	s.	i.
Tartrate d'ammonium (bi-)	$C^4H^5O^6AzH^4$		2 ; bts.		
— antim. pot. (émétique)	$C^4H^4O^6K(SbO) + \frac{1}{2}aq$	$\frac{1}{2}$aq. à 100	7 ; b 53	i.	
— de calcium	$C^4H^4O^6Ca + 4aq$	3aq. à 150	0,08 ; b 0,28	i.	i.
— de — (bi-)	$(C^4H^5O^6)^2Ca$		0,7 ; bs	i.	
— de fer (per-)			s.	i.	
— — et potassium			s.	i.	
— de plomb	$C^4H^4O^6Pb$		i.		
— de potassium	$(C^4H^4O^6K^2)^2 + aq$	aq. à 180	150	b 0,4	i.
— — (bi-)	$C^4H^5O^6K$		0,48 ; b 7	i.	i.
— — et sodium	$C^4H^4O^6NaK + 4aq$	3aq 100 aq 195	50 env.	i.	i.
— de sodium	$C^4H^4O^6Na^2 + 2aq$	2aq. à 200	30 env. ; bts.	i.	i.
— — (bi-)	$C^4H^5O^6Na + aq$	aq. à 108	10 ; b 55	i.	i.
Paratartrate d'ammonium (bi-)	$C^4H^5O^6(AzH^4)$		1 ; bts.	i.	i.
— de calcium	$C^4H^4O^6Ca + 4aq$	4aq. à 200	i.	i.	i.
— de potassium	$C^4H^4O^6K^2 + 2aq$	2aq. à 100	100 ; bts.	i.	i.
— — (bi-)	$C^4H^5O^6K$		0,5 ; b 7	i.	i.
— de sodium	$C^4H^4O^6Na^2$		38	i.	i.
Urate d'ammonium (bi-)	$C^5H^3Az^4O^3(AzH^4)$		0,06 ; bs.	i.	i.
— de potassium	$C^5H^2Az^4O^3K^2$		2,5 ; b 3	ps.	i.
— — (bi-)	$C^5H^3Az^4O^3K$		0,13 ; b 1,3	i.	i.

Sels.	Formules.	Perte d'eau à t^o.	Solubilité dans 100 p. Eau.	Alcool.	Ether.
Urate de sodium..............	$C^5H^2Az^4O^3Na^2 + aq$	aq. à 140°	1,6	ps.	i.
— — (bi-)..........	$C^5H^3Az^4O^3Na + \frac{1}{2}aq$	$^1/_2$ aq. à 170	0,08; b 0,8	i.	i.
Valérate d'ammonium.......	$C^5H^9O^2(AzH^4)$		ts.	ts.	
— de potassium.........	$C^5H^9O^2K$	déliq.	ts.	28	
— de sodium............	$C^5H^9O^2Na$	déliq.	ts.	ts.	
— de zinc...........	$(C^5H^9O^2)^2Zn$		2; b 2,5	6	0,2; b 5

(207) *Amines volatiles et Amides.*

Amides.	Formules.	Points de Fusion.	Ébullition.	Solubilité dans 100 p. Eau.	Alcool.	Éther.
Formiamide...........	$CHO.AzH^2$	liq.	192	s.	s.	i.
Acétamide.............	CH^3COAzH^2	78	222	ts.	ts.	ts.
Oxamide	$(COAzH^2)^2$		déc.	0,01; bps.	i.	i.
Diéthyloxamide........	$[COAzH(C^2H^5)]^2$		déc.	s.	s.	
Diéthyloxamate d'éthyle.	$COAz(C^2H^5)^2CO^2C^2H^5$	liq.	260			
Oxaméthane...........	$COAzH^2—CO.OC^2H^5$	110	220	s.	ps; bts	
Urée................	$CO(AzH^2)^2$	132	déc.	100; bts.	20; b 100	i.
Éthylurée	$CO.AzH^2.AzHC^2H^5$	92	déc.	s.	s.	
Diéthylurée..........	$CO.AzH^2.Az(C^2H^5)^2$	112,5	263	s.	s.	s.
Uréthane............	$COAzH^2.OC^2H^5$	49	180	s.	s.	s.
Biuret...............	$(COAzH^2)^2AzH$	190	déc.	s.	ts.	
Allophanate d'éthyle....	$C^4H^8Az^2O^3$	190	sub.	i; bts.	ps.	bps.
Acétylurée	$COAzH^2.AzHC^2H^3O$	vers 200	déc.	ts.	1; b 10	i.
Glycocolle............	$CH^2AzH^2—CO^2H$	vers 170	déc.	23	0,1	i.
Sarcosine	$CO^2H—CH^2AzHCH^3$	100 déc.		s	tps.	i.
Alanine.............	$CH^3.CHAzH^2.CO^2H$	subl. 200	déc.	21,7; bts.	0,2	i.

Amides.	Formules.	Points de Fusion.	Points de Ébullition.	Solubilité dans 100 p. Eau.	Solubilité dans 100 p. Alcool.	Solubilité dans 100 p. Éther.
Leucine	$C^6H^{13}AzO^2$	170°	déc.	3,7; bts.	0,1	i.
Acide cyanurique	$(CO.AzH)^3$		dissocié	2,5; bts.	i;bs.	
Cyanurate d'éthyle	$(CO.AzC^2H^5)^3$	95	253	i; bps.	s.	s.
Cyanamide	$C(AzH)^2$	40	polyméris.	s.	s.	s.
Guanidine	$C.AzH.(AzH^2)^2$			s.	s.	
Créatine	$C^4H^9Az^3O^2 + H^2O$	déc.		1,3; bs.	0,011	i.
— $ZnCl^2$	$(C^4H^9Az^3O^2)^2ZnCl^2$	déc.		ps; bdec.	i.	i.
Créatinine	$C^4H^7Az^3O$	déc.		9; bts.	1; bs.	
— $ZnCl^2$	$(C^4H^7Az^3O)^2ZnCl^2$	déc.		1,8; b3,6	0,2	i.
Alloxane	$C^4H^2Az^2O^4$	déc.		ts.	s.	
Acide dialurique	$C^4H^4Az^2O^4$	déc.		ps.		
Acide barbiturique	$C^4H^4Az^2O^3$	déc.		ps; bts.		
Allantoïne	$C^4H^6Az^4O^3$	déc.		0,6; b 3,3	s.	i.
Hydantoïne	$C^3H^4Az^2O^2$	206		s; bts.		
Acide urique	$C^5H^4Az^4O^3$	déc.		0,007; bo,06	i.	i.
Xanthine	$C^5H^4Az^4O^2$	déc.		bps.	i.	i.
Guanine	$C^5H^5Az^5O$	déc. 250°		i.	i.	i.
Hypoxanthine	$C^5H^4Az^4O$	déc.		0,33; b1,3	0,1	
Taurine	$C^2H^7AzSO^3$	déc.		6; bts.	i.	i.
Asparagine	$C^4H^8Az^2O^3 + H^2O$	déc.		1,8; b 23	i; bo,14	i.
Acide aspartique	$C^4H^7AzO^4$	déc.		0,4; b 5,4	i.	
Méthylamine	$AzH^2.CH^3$	gaz	— 3	ts.	ts.	ts.
Triméthylamine	$Az(CH^3)^3$	liq.	9,3	ts.	∞	∞
Éthylamine	$AzH^2.C^2H^5$	liq.	18,7	∞	∞	∞
Amylamine	$AzH^2.C^5H^{11}$	liq.	95	∞	∞	∞
Conicine	$C^8H^{15}Az$	liq.	163,5	1	ts.	ts.
Nicotine	$C^{10}H^{14}Az^2$	liq.	250	ts.	ts.	ts.

(208) *Alcaloïdes naturels.*

Alcaloïdes.	Formules.	Points de Fusion.	Solubilité dans 100 p.						
			Eau.	Alcool.	Huile d'olives	Éther.	Chloroforme.	Pétrole.	Benzine.
		0							
Aconitine....	$C^{30}H^{47}AzO^{7}$	120	0,02; b 0,3	22	2,6	50	40	i.	ps.
Atropine	$C^{17}H^{23}AzO^{3}$	90	0,3; b 2	40; bts.	3	3; b 15	30	i.	3
Brucine	$C^{23}H^{26}Az^{2}O^{4} + 4aq.$		0,32; b 0,7	ts.	1,7	i.	56,7	ps.	1,7
Caféine	$C^{8}H^{10}Az^{4}O^{2}$		1; b 10	1; b 5		0,2	11	i.	s.
Cantharidine	$C^{10}H^{12}O^{4}$	210	i.	0,12; b 2,2		3	1,20		0,5
Cinchonidine	$C^{20}H^{24}Az^{2}O$	206,5	0,04; b 0,07	8,5		1,3			
Cinchonine..	$C^{20}H^{24}Az^{2}O$	240	0,02; b 0,4	0,7; b 2	1	0,3	4,3		bs.
Codéine.....	$C^{18}H^{21}AzO^{3} + aq.$	100	1,3; b 5,9	ts.		s.		i.	ts.
Digitaline ...	$nC^{5}H^{8}O^{3}$		i.	8; b 17		i.	tp.		i.
Émétine.....	$C^{20}H^{30}Az^{2}O^{5}$		ps.	s.		i.	s.	s.	s.
Esérine	$C^{15}H^{21}Az^{3}O^{2}$		ps.	s.		s.	s.	i.	s.
Morphine....	$C^{17}H^{19}AzO^{3} + aq.$		0,1; b 0,2	2; b 4	i.	s.	0,6		i.
Narcéine	$C^{23}H^{29}AzO^{9}$	145,2	0,1; b 0,4	0,1; bs.		i.			i.
Narcotine ...	$C^{22}H^{23}AzO^{7}$	176	0,06; b 0,15	1; b 4	1,25	1; b 2,5	34		5
Papavérine..	$C^{20}H^{21}AzO^{4}$	147	i.	ps; bs.		ps.		i; bs.	2,7
Pipérine	$C^{17}H^{19}AzO^{3}$		i; bps.	3; b 100		1	s.	s.	s
Quinidine ...	$C^{20}H^{24}Az^{2}O^{2}+2aq.$	168	0,05	5		3	ps.		ps.
Quinine.....	$C^{20}H^{24}Az^{2}O^{2} + 3aq.$	120	0,2; b. 0,5	15; b 50	4,2	2	17,5	s.	s.
Santonine...	$C^{15}H^{18}O^{3}$	169	0,02; b. 0,4	12; b 35		1,4; b 2,5	23		
Solanine ...	$C^{43}H^{69}AzO^{16}$	235	i; b. 0,013	0,2; b 0,8	ps.	0,03			i.
Strychnine ..	$C^{21}H^{20}Az^{2}O^{2}$		0,02; b. 0,04	0,8; b 10	1	i.	14		0,6
Thébaïne....	$C^{19}H^{21}AzO^{3}$.	193	i.	10		ts.			5,27
Théobromine	$C^{7}H^{8}Az^{4}O^{2}$.		0,1	0,07; b 2		0,06; b 0,2		i.	i.
Vératrine....	$C^{32}H^{52}Az^{2}O^{8}$	115	i; b. 0,1	ts.	1,7	15	58,5		s.

(209) *Sels des alcaloïdes.*

Sels.	Formules.	Perte d'eau à t^o.	Solubilité dans 100 p.	
			Eau.	Alcool.
Aconitine, chlorhydrate	$C^{30}H^{47}AzO^7.2HCl + aq.$		s.	
Atropine, sulfate	$(C^{17}H^{23}AzO^3)^2H^2SO^4$		s.	
— valérate	$C^{17}H^{23}AzO^3.C^5H^{10}O^2 + aq.$	aq. à 100	s.	s.
Brucine, sulfate	$(C^{23}H^{26}Az^2O^4)^2H^2SO^4 + 7aq.$	7aq. à 130	s.	ps.
Cinchonine, chlorhydrate basique	$C^{20}H^{24}Az^2O.HCl + 2aq.$	2aq. à 100	4,1	76,9
— sulfate basique	$(C^{20}H^{24}Az^2O)^2H^2SO^4 + 2aq.$	2aq. à 100	1,5; b. 7	15; b. 60
Codéine, chlorhydrate	$C^{18}H^{21}AzO^3.HCl + 2aq.$	2aq. à 120	5; b. 100	
Conicine —	$C^8H^{15}Az.HCl$		ts.	s.
Morphine, acétate			4; bs.	ps.
— chlorhydrate	$C^{17}H^{19}AzO^3.HCl + 3aq.$	3aq. à 130	5; b. 100	2; b. 10
— sulfate	$(C^{17}H^{19}AzO^3)^2H^2SO^4 + 5aq.$	5aq. à 130	50	s.
Narcotine, chlorhydrate	$C^{22}H^{23}AzO^7.HCl$		s.	
Quinine, arséniate			s.	
— azotate	$C^{20}H^{24}Az^2O^2.HAzO^3 + \frac{1}{2} aq.$	$\frac{1}{2}$aq. à 100	s.	
— chlorhydrate	$C^{20}H^{24}Az^2O^2.HCl + aq.$		4; bts.	
— chloroplatinate	$(C^{20}H^{24}Az^2O^2.HCl)^2PtCl^4 + 2aq.$	2 aq. à 140	0,07; b. 0,8	i; b. 0,05
— citrate	$(C^{20}H^{24}Az^2O^2)^2C^6H^8O^7 + 5aq.$	5aq. à 100	0,1; b. 3	2; b. 30
— ferrocyanure	$(C^{20}H^{24}Az^2O^2)^2H^4FeCy^6 + 4aq.$		ps; bs.	
— hypophosphite	$C^{20}H^{24}Az^2O^2.PH^3O^2$		2; bs.	
— lactate			s.	
— sulfate acide	$C^{20}H^{24}Az^2O^2.H^2SO^4 + 7\frac{1}{2} aq.$	$7\frac{1}{2}$aqd. air sec	9; bts.	bts.
— — neutre	$(C^{20}H^{24}Az^2O^2)^2.H^2SO^4 + 7aq.$	7aqd. air sec	0,15; b. 3	1; b. 15
— valérianate	$C^{20}H^{24}Az^2O^2.C^5H^{10}O^2 + 12aq.$	12aq. à 90	1; b. 2,5	15; b. 100
Strychnine, azotate	$C^{21}H^{20}Az^2O^2.HAzO^3$		2; b. 50	2; b. 50
— chlorhydrate	$C^{21}H^{20}Az^2O^2.HCl + aq.$	aq. à 120	2	
— sulfate	$(C^{21}H^{20}Az^2O^2)^2H^2SO^4 + 7aq.$	7aq. à 135	2	

(210) *Principaux sucres.*

Sucres.	Formules.	Solubilité. Eau.	Solubilité. Alcool.	Point de fusion.	Osazones P. de fusion.
Arabinose........	$C^5H^{10}O^5$	s.	ps.	160°	160°
Xylose.........	—	s.	i.	165	165
Ribose...........	—	s.		sirup.	160
Lixose...........	—	s.		sirup.	
Rhamnose (isodulcite)...........	$C^6H^{12}O^5$	ts.	s.	92	159
Chinovose........	—	s.	s.	sirup.	193-194
Fucose...........	—	ts.			159
d Glucose (ordinaire).......	$C^6H^{12}O^6$	ts.	ps.	144	230
l Glucose	—	ts.	ps.	141-143	205
i Glucose	—	ts.	ps.	sirup.	132-133
d Gulose	—	ts.	ps.	sirup.	156
l Gulose	—	ts.	ps.	sirup.	156
i Gulose	—	ts.	ps.	sirup.	157-159
d Mannose	—	ts.	ps.	132	205-206
l Mannose........	—	ts.	ps	sirup.	205
i Mannose........	—	ts.	ps.	sirup.	217-218
d Galactose.......	—	ps.	ps.	168	193-194
l Galactose.......	—	ps.	ps.	162-163	193-194
i Galactose.......	—	ps.	ps.	140-142	206
Talose...........	—	ts.	ps.	sirup.	193-194
Rhamnohexose	$C^7H^{15}O^6$	ts.	as.	180-181	200
d Fructose (lévulose).........	$C^6H^{12}O^6$	ts.	ps.	95	205
l Fructose........	—	ts.	ps.	sirup.	205
i Fructose (α Acrose).	—	ts.	ps.	sirup.	217-218
Sorbose	—	ts.	tps.		164

Sucres.	Formules.	Solubilité.		Point de fusion.	Osazones P. de fusion.
		Eau.	Alcool.		
Glucoheptose.....	$C^7H^{17}O^7$	ts.	ps.	180–190	195
Mannoheptose....	—	ts.	ps.	134–135	200
Gluco-octose.....	$C^8H^{19}O^8$	ts.	ps.	93	210–213
Manno-octose....	—	ts.	ps.	sirup.	223
Glucononose......	$C^9H^{21}O^9$	ts.	ps.	sirup.	220–223
Mannononose.....	—	ts.	ps.	130	217
Arabite..........	$C^5H^{12}O^5$	ts.	ps.	102	
Xylite............	—	ts.	s.	sirup.	
Adonite..........	—	ts.	s.	102	
Rhamnite........	$C^6H^{15}O^5$	ts.	ts.	121	
d Mannite........	$C^6H^{14}O^6$	s.	i.	166	
l Mannite........	—	ts.	i.	163–164	
i Mannite (α Acrite)	—	ts.	ps.	170	
d Sorbite.........	—	s.	s.	104–109	
l Sorbite.........	—	s.	s.	75	
Dulcite..........	—	ps.	i.	188	
Rhamnohexite....	$C^7H^{17}O^6$	ts.	as.	173	
Perséite (*i* Mannoheptite)........	$C^7H^{16}O^7$	s.	ps.	188	
Volémite.........	—	s.	ps.	151–153	
Saccharose.......	$C^{12}H^{22}O^{11}$	ts.	ps.	190–200	
Lactose..........	—	s.	i.	203,5	200
Maltose..........	—	ts.	ps.		206
Tréhalose (mycose)	—	ts.	tps.	210	
Raffinose (mélitose)	$C^{18}H^{32}O^{16}$	ts.	tps.	130	187–189
Mélézitose........	—	ts.	s.	148	

(212) *Note pour l'usage des tables* **202** *à* **210**.

Ces tables comprennent presque tous les sels, alcools, éthers. acides, etc., employés dans l'industrie ou la pratique courante du laboratoire. Les documents qu'elles renferment se rapportent aux corps tels qu'on les trouve habituellement dans le commerce; les sels de la chimie minérale sont indiqués avec leur eau de cristallisation. Dans la partie qui a trait à la chimie organique, nous avons eu soin de spécifier les isoméries, telles qu'on les admet dans l'état actuel de la science et, spécialement pour la série aromatique, nous avons adopté la classification en trois séries, *ortho, méta* et *para*. Les abréviations employées se comprennent facilement. Dans la table **206**, la colonne indiquant la perte d'eau des sels par la chaleur est disposée ainsi : soit le tartrate de potassium et sodium, $C^4H^4O^6KNa + 4aq$; en regard on trouve 3aq.100 aq.135; cela veut dire que sur 4aq, il en perd 3 à 100° et le reste à 135°. Pour ce qui regarde la solubilité, le signe *b* placé devant un chiffre ou un signe tel que *s.* ou *ts.* indique la solubilité dans le dissolvant bouillant; ainsi : urate de potassium 2,5; b 3, signifie que vers 15°, 100 parties d'eau dissolvent 2,5 p. d'urate de potassium; et à l'ébullition 3 p. Les signes *p, m, o* placés dans la table **203** devant les formules ou les noms des corps. indiquent l'isomérie dans **la série para, méta ou ortho, d'après la théorie de M. Kekulé. Les densités se rapportant** à 0°, à moins d'indication spéciale.

Section VII. — Solubilités.

(213) *Solubilité de l'air dans l'eau.*

1 volume d'eau sous une pression de 0m,76 de mercure à t°.C. dissout		1 volume d'eau sous une pression de 0m,76 de mercure à t°.C. dissout	
Température.	Volume.	Température.	Volume.
0	0,02471	11	0,01916
1	0,02406	12	0,01882
2	0,02345	13	0,01851
3	0,02287	14	0,01822
4	0,02237	15	0,01795
5	0,02179	16	0,01771
6	0,02128	17	0,01750
7	0,02080	18	0,01732
8	0,02034	19	0,01717
9	0,01992	20	0,01704
10	0,01953		

(214) *Brome.*

100 parties d'eau dissolvent					
Températ.	Brome.	Températ.	Brome.	Températ.	Brome.
0		0		0	
5	3,73	15	3,33	25	3,26
10	3,44	20	3,31	30	3,22

(215) *Solubilité du soufre dans les huiles de houille.*

Température.	Benzine bouillant de 80 à 100° D = 0,87	Benzine bouillant de 85 à 110° D = 0,88	Benzine bouillant de 120 à 200° D. = 0,882	Benzine bouillant de 150 à 200° D. = 0,885	Huile lourde bouillant de 210 à 300° D. = 1,01	Huile lourde bouillant de 220 à 300° D = 1,02
0						
15	2,1	2,5	2,5	2,6	6	7
30	3,0	4,0	5,3	5,8	8,5	8,5
50	5,2	6,1	8,3	8,7	10,0	12,0
80	11,8	13,7	15,2	21,0	37,0	41,0
100	15,5	18,3	23,0	26,4	52,5	54,0
110		23,0	26,2	31,0	105,0	115,0
120		27,0	32,0	38,0		
130			38,7	43,8		

		Temp.
		0
100 p. de benzine en dissolvent	0,965 à	+ 26
	4,377	+ 71
— toluène —	1,479	+ 23
— éther —	0,972	+ 23,5
— chloroforme —	1,205	+ 22
— phénol —	16,35	+ 174
— aniline —	85,96	+ 130

100 parties de sulfure de carbone dissolvent	Température.
	0
16,54	— 11
18,75	— 6
23,99	zéro
41,65	+ 15
46,05	+ 22
94,57	+ 38
146,21	+ 48,5
181,34	+ 55

(216) *Acide bromhydrique.*

1 vol. d'eau dissout à 10°, 600 vol. environ, sous la pression 0,76.

(216 *a*) *Acide iodhydrique.*

1 vol. d'eau dissout à 10°, 425 vol. environ, sous la pression 0,76.

(217) *Chlore.*

1 litre d'eau absorbe					
Températ.	Litres réduits à zéro et 0,76.	Températ.	Litres réduits à zéro et 0,76.	Températ.	Litres réduits à zéro et 0,76.
0		0		0	
0	1,43	8	3,04	50	1,19
3	1,52	10	3,00	10	0,71
6,5	2,08	17	2,37	100	0,15
7	2,17	35	1,61		

(218) *Acide chlorhydrique.*

1 gramme d'eau absorbe					
Températ.	La pression étant 0,76.	Températ.	La pression étant 0,76.	Températ.	La pression étant 0,76.
0	gr	0	gr	0	gr
0	0,825	20	0,721	50	0,596
10	0,772	30	0,673	60	0,561
15	0,747	40	0,633		

(219) *Tables des solubilités dans l'eau.*

Les tables donnent le nombre de parties de différents composés qui se dissolvent dans 100 p. d'eau (*voir* § **184**, **202** *et suiv. pour leurs formules*).

t.	Acide benzoïq.	Acide borique		Acide oxaliq.	Acide succin.	Acide racémiq. crist.	Acide tartrique	Alun ammon crist.
		crist.	anhyd.					
0		1,9	1,1	5,2	3	9,2	115	6,2
10	0,21	2,9	1,6	8,0	5	14,0	126	9,2
20		4,0	2,3	13,9		21,6	139	13,7
30	0,42			23,0		29,1	156	19,3
40	0,55	7,0	3,9	35,0	15	43,3	176	27,3
50		9,80		51,2	22	59,5	195	36,5
60	1,2	11,0	6,1	75,0		78,3	217	51,3
70	1,8			118		99,9	244	72,0
80		16,8	9,5	205	63	125	273	103
90				345		153	307	188
100	5,9	34	16	fond	121	185	343	422

t.	Alun ammon. anhydre.	Alun de potasse		Baryte crist.	Borax crist.	Bromate de potass.	Bromate de sodium.	Bromure de calcium.
		crist.	anhydre					
0	2,6	3,9	2,1		2,8	3,1	28	125
10	4,5	9,5	5,0	4,7	4,6			
20	6,6	15,1	7,7	7,4	7,9	7,0	35	143
30	9,0	22,0	10,9		11,9			
40	12,3	30,9	14,9	16,5	17,9	13,2	50	213
50	15,9	44,1	20,1		27,4			
60	21,1	66,6	26,7	48	40,4	23	63	278
70	26,9	90,7	35,1		57,8			
80	35,2	134	45,7		76,2	34	76	
90	50,3	209	58,7		116,7			
100	70,8	357	74,5		201,4	50	91	310

t.	Bromure de potassium.	Bromure de sodium anhydr.	Carbonate de potass. anhydre	Carbonate (bi-) de potass.	Carbonate de sodium		Carbonate (bi-) de sodium.	Chlorate de baryum crist.
					crist.	anhydr.		
0	53,5	77,5	89		21	7	9	24,5
10			109	23	41	13	10	
20	64,6	88,5	112	27	93	22	11	40
30			114		274	38	12	
40	74,6	104	117				13	
50							14,5	
60	84,7	111	127	42			15,6	86
70							16,7	
80	93,5	113	140				déc.	
90								
100	102	115	156			45,4		145

t.	Chlorate de potassium.	Chlorate de sodium.	Chlorure d'ammonium	Chlorure de baryum anhyd.	Chlor. de cadm. anhydr.	Chlorure de calcium anhydre.	Chlorure de potassium.	Chlorure (bi-) de mercure.
0	3,3	82	28	31		50	28,5	5,7
10			33	33		60	32	6,6
20	7,2	99	37	36	141	74	35	7,4
30			42	38		93	37	8,4
40	14,4	123	46	41	139	110	40	9,6
50	19,5		51	44			43	11,3
60		147	55	46	139	129	45	13,7
70	32		59	49			48	17,3
80	39	176	64	52	143	142	51	24
90			68	56			54	37
100	56	204	73	59	149	156	57	54

t.	Chlorure de sodium.	Chlorure de stront. anhydre.	Chromate de potassium		Émétique.	Hyposulfite de sodium anhydr.	Iodate de potassium.	Iodate de sodium.
			jaune.	rouge.				
0	35,5	44	59	4,6		49	4,7	2,5
10	35,7	48	62	7,4	5			
20	36,0	54	63	12,4	8	69	8,1	9,1
30	36 3	60	65	18,4	12			
40	36,6	67	67	26		104	12,8	14,4
50	37,0	74	69	35	18			
60	37,2	83	71	45		192	18,5	21
70	37.9	90	73	57	28			
80	38,2	92	75	69			24,8	28
90	38,9	96	77	81	35			
100	39,6	102	79	94			32,2	34

t.	Iodure de cadmium	Iodure de calcium	Iodure de potassium.	Iodure de sodium anhydr.	Nitrate d'arg.	Nitrate de baryum.	Nitrate de plomb.	Nitrate de potass.
0		192	128	159	122	5,2	39	13
10			136			7,0	48	22
20	92,8	204	144	178	230	9,2	56	31
30			152			11,6	65	44
40	100	228	160	208	390	14,2	75	64
50			168			17	85	86
60	108		176	256	540	20		111
70			184			24	105	139
80	116		192	303	680	27		172
90			201			30		206
100	133	430	209	313	940	32	139	247

t.	Nitrate de sodium.	Nitrate de strontium.	Oxalate (bi-) de potass. anhydre.	Phosphate de sodium.			Strontiane hydratée.	Sulfate d'alum. crist.
				bibasiq. anhydr.	tribas. anhydr.	Pyro. crist.		
0	73	30	2,2	2,5	1,5		0,9	87
10	78	55	3,1	4	4,1	6,8		95
20	88	71	5,2	9	11	11	1,8	107
30	98	87	7,5		20			128
40	102	91	10,5	64	31			168
50	120	93	15		43		5,8	201
60	131	94	20	92	55	44		263
70	142	95	27		69		12	348
80	154	97	35		81			467
90	165	99	43		95			679
100	180	101	51	99	108	93	81	1132

t.	Sulfate d'ammonium.	Sulfate de calcium. crist.	Sulfate de cobalt. anhydre.	Sulfate de cuivre anhydre.	Sulfate de cuivre cristall.	Sulfate ferreux. crist.	Sulfate de magnés. anhydre.
0	71	0,190	24,2	18	31,6		27
10	73,6		30,5	21	36,9	61	31
20	76	0,206	36,4	23	42,3	85	36
30	79		42	27	48,8		41
40	82	0,214	49	30	56,9		46
50	84		55	34	65,8		50
60	87	0,208	60	39	77,3	264	55
70	89		66	45	94,0		60
80	92	0,195		53	118,0		64
90	95			64	156,4	370	69
100	98	0,174		75	203,3	330	74

t.	Sulfate de nickel. anhydre.	Sulfate de potassium.	Sulfate de zinc crist.	Sulfate de zinc anhydre.	Sulfite de sodium. anhydre.	Tartrate (bi-) de potass.
0	29	8,5	115	43	14	0,32
10	35	9,7	138	48		0,40
20	40	10,9	161	53	26	0,57
30	45	12,3	191	58		0,90
40	49	14,0	224	63	49	1,3
50	52	15,8	264	69		1,8
60	57	17,8	313	74		2,4
70	62	19,8	369	79		3,2
80		21,8	443	85		4.5
90		23,9	533	90		5,7
100		26,2	654	95		6.9

(219 a) *Solubilité de quelques sulfates dans 100 parties d'acide sulfurique.*

(α ordinaire, β fumant.)

	α	β		α	β
Sulfate de calcium	2,03	10,17	Sulf. de strontium	5,68	9,77
— de baryum	5,69	15,89	— de plomb...	0,13	4,19

(219 b) *Solubilité des trois modifications de sulfate de sodium.* (Lœwel.)

Température.	Sel anhydre cristallisé. 100 p. d'eau tiennent en dissolution à l'état de saturation : Sel anhydre SO^4Na^2.	Cristaux à $10H^2O$ 100 p. d'eau tiennent en dissolution à l'état de saturation		Sel cristallisé à $7H^2O$. 100 p. d'eau tiennent en dissolution à l'état de saturation	
		Sel anhydre.	Sel à $10H^2O$.	Sel anhydre.	Sel à $7H^2O$.
0°	»	5,02	12,16	19,62	44,84
10	»	9,00	23,04	30,49	78,90
15	»	13,20	35,96	37,43	105,79
20	52,76	19,40	58,35	44,73	140,01
25	51,53	28,00	98,48	52,94	188,46
26	51,31	30,00	109,81	54,97	202,61
30	50,37	40,00	184,09		
34	49,53	55,00	412,22		
40,15	48,78				
50,40	41,82				
59,79	45,41				
70,61	44,35				
84,42	42,96				
103,17	42,65				

(219 c) *Solubilité de quelques chlorures dans l'alcool.*

Chlorure de potassium.		Chlorure de magnésium.		Bichlorure de mercure.		Chlorure de strontium.	
Degré de l'alcool.	KCl °/₀ sol.	Degré de l'alcool.	$MgCl^2$ dans 100 p. alcool à 15°.	Degré de l'alcool.	$HgCl^2$ sol. dans 100 p. alcool à 10°.	Degré de l'alcool.	$SrCl^2$, 6 aq. sol. dans 100 p. alcool.
0	24,6	66	21,25	95	39	7	49,8
10	19,8	86	23,71	93	34	11	47,0
20	14,7	90	36,25	88	28	13	39,6
30	10,7	95	50,0	80	24	29	35,9
40	7,7			60	11	40	30,4
50	6,0			33	7	48	26,8
60	2,8					63	19,2
80	0,45					86	4,9
						91	3,2

(219 d) *Nitrates dans l'acide nitrique.*

100 p. d'acide nitrique à 42° Baumé dissolvent					
à 20°	26,3 p.	AzO^3K	ou	35,1	AzO^3Na
à 123°	100 p.	»		25	»

(219 e) *Solubilité du sulfate de strontium dans quelques solutions salines.*

	Solution de NaCl à °/₀.			Solution de KCl à °/₀.		
	22,17	15,54	8,44	18,08	12,54	8,22
SO^4Sr dissous...	0,1811	0,2186	0,1658	0,2513	0,1933	0,1925

	Solution de $MgCl^2$ à °/₀.			Solution de $CaCl^2$ à °/₀.		
	13,63	4,03	1,59	33,70	16,51	8,67
SO^4Sr dissous...	0,2419	0,2057	0,1986	0,1706	0,1853	0,1756

(219 f) *Solubilité du sucre dans l'eau pure, de 0 à 50°.*

Températ.	Sucre dissous °/₀.	Températ.	Sucre dissous °/₀.	Températ.	Sucre dissous °/₀.
°		°		°	
0	64,18	20	67,09	40	70,42
5	64,87	25	67,89	45	71,32
10	65,58	30	68,70	50	72,25
15	66,33	35	69,55	100	82,97

(219 g) *Solubilité du sucre dans des mélanges d'eau et d'alcool.*

Richesse du dissolvant en alcool.	à 0°		à 14°		à 40°
	Densités à 17°,5.	Sucre dans 100 cc.	Densités à 17°.	Sucre dans 100 cc.	Sucre dans 100 cc.
		gr		gr	
0	1,3248	85,8	1,3258	87,5	105,2
10	1,2991	80,7	1,3000	81,5	95,4
20	1,2360	74,2	1,2662	74,5	90,0
30	1,2293	65,5	1,2327	67,9	82,2
40	1,1823	56,7	1,1848	58,0	74,9
50	1,1294	45,9	1,1305	47,1	63,4
60	1,0500	32,9	1,0582	33,9	49,9
70	0,9721	18,2	0,9746	18,8	31,4
80	0,8931	6,4	0,8953	6,6	13,3
90	0,8369	0,7	0,8376	0,9	2,3
97,4	0,8062	0,08	0,8082	0,36	0,5

CHAPITRE III.

Renseignements relatifs à la chimie appliquée et à l'industrie.

Section I. — Eaux.

(320). ***Analyse chimique des eaux potables.***

Les eaux, d'après leur origine et leurs propriétés, peuvent se diviser en cinq groupes : 1° météoriques; 2° des nappes souterraines; 3° des cours d'eau; 4° eaux stagnantes; 5° eaux résiduaires. Les 2° et 3° séries seules doivent entrer dans l'alimentation. Les eaux de la 2° série renferment souvent un excès de matières minérales empruntées aux terrains qu'elles traversent : les meilleures proviennent des alluvions formées aux dépens des terrains primitifs; les eaux sortant des terrains tertiaires sont généralement mauvaises. Les eaux des rivières et fleuves sont éminemment variables, et il importe d'examiner non seulement leur richesse minérale, mais encore la nature et la proportion des matières organiques qu'elles renferment, et qui peuvent provenir de la végétation aquatique ou des résidus industriels ou humains : les eaux souillées de résidus organiques doivent être absolument rejetées de l'alimentation. Il importe donc, avant de se prononcer sur la valeur potable d'une eau, de préciser son origine, les couches géologiques qu'elle a traversées, et, s'il est possible, sur quelle nature de terrains est tombée l'eau météorique qui a donné naissance à la source; pour les cours d'eau, s'ils ont reçu des résidus provenant d'usines ou d'égouts, et à quel endroit de la rivière l'eau est puisée.

La température d'une eau potable doit être comprise entre 10 et 15°.

L'eau destinée à l'analyse doit être prélevée dans des bouteilles en verre, neuves, bouchées à l'émeri ou au liège paraffiné, et rincées plusieurs fois avec l'eau à prélever : une bonne précaution consiste à les laver avec un mélange d'acides sulfurique et nitrique, qu'on élimine ensuite avec soin par des lavages à l'eau prélevée. Les eaux de rivière

doivent être prises au milieu du courant, ni à la surface, ni au fond; pour les eaux de pompe, on aura soin de renouveler le contenu des tuyaux avant de remplir les bouteilles.

On devra exiger au moins 2 à 3 litres d'eau pour l'analyse.

Hydrotimétrie. — 1° Peser exactement 1gr,10 de chlorure de baryum pur et sec, $BaCl^2,2Aq$, et dissoudre dans 2 litres d'eau.

On peut remplacer le chlorure par 1gr,18 de nitrate de baryum.

2° Dissoudre au bain-marie 250 grammes de savon blanc de Marseille (d'huile d'olives), ou mieux de savon amygdalin ou officinal, dans 3 litres d'alcool à 90°, et filtrer le liquide dans un flacon de 6 litres renfermant 1 litre d'alcool et 2 litres d'eau. Laisser reposer au moins 3 mois. Au moment de l'usage, filtrer et titrer.

Dans le flacon spécial introduire 40 cc. de solution de chlorure de baryum, puis par 2 ou 3 divisions ajouter la liqueur de savon, en agitant chaque fois jusqu'à ce que la mousse ait au moins un demi-centimètre de haut, qu'elle soit fine et persiste au moins 5 minutes.

Soit n le nombre de divisions qu'on a lu sur la burette hydrotimétrique, on a

$$\frac{n+1}{23} = \frac{1000}{x},$$

et pour chaque litre de liqueur on ajoutera $x - 1000$ cc. d'un mélange de 2 volumes d'alcool et 1 volume d'eau.

En répétant alors l'essai, on doit trouver maintenant 23 divisions ou 22°.

3° Dans le flacon spécial, on mesure 40 cc. de l'eau à analyser, ou 20 ou 10 suivant le degré d'alcalinité trouvé et la nature de l'eau; puis avec la burette spéciale on ajoute peu à peu, par 2 ou 3 divisions à la fois pour permettre l'égouttage des parois, la liqueur de savon, en agitant chaque fois jusqu'à ce que la mousse soit fine, homogène, d'une hauteur d'au minimum 1/2 centimètre et persiste au moins 5 minutes. Le nombre lu sur la burette est le degré total de l'eau.

Dans le ballon jaugé spécial, on fait bouillir 100 cc. d'eau pendant 1/2 heure, on laisse refroidir, on complète le volume avec de l'eau distillée bouillie, on agite, on filtre et sur 40 cc. on prend le nouveau degré après ébullition.

Matière organique. — 1° La liqueur de permanganate des laboratoires est décime et renferme exactement par litre 3gr,182 de sel: 1 cc. = 0gr,0008 d'oxygène ou 0gr,0063 d'acide oxalique.

On additionnera 125 cc. de ce permanganate d'eau de manière à faire 1 litre: 1 cc. équivaut à 0gr,0001 d'oxygène ou 0gr,000788 d'acide oxalique.

Pour en vérifier le titre, on mesure 7 centimètres de fil de clavecin ordinaire (de 1/3 de millimètre de diamètre) pesant environ 5 centigrammes; on en prend exactement le poids et on opère comme il est dit au n° **226**.

2° On dissout environ 5 grammes de sulfate ferreux cristallisé dans 1 litre d'eau avec 20 cc. d'acide sulfurique concentré ; cette liqueur n'a pas besoin d'être exactement titrée : l'essentiel est d'en mesurer toujours un volume identique.

3° Solution saturée de bicarbonate de soude.

4° Acide sulfurique, 200 cc., mélangés en refroidissant avec 800 cc. d'eau ; garder à l'abri des poussières en flacon à l'émeri.

5° *a*. — En liqueur acide : Pour chaque série d'opérations faites simultanément, on fait bouillir 200 cc. d'eau distillée avec 10 cc. d'acide sulfurique et 20 cc. de permanganate, en prolongeant l'ébullition exactement pendant 10 minutes et la régularisant par un tube de Gernez ou un peu de pierre ponce : on opère en même temps avec les ballons contenant 200 cc. des eaux à analyser, 10 cc. d'acide et 20 de permanganate. Au bout des 10 minutes, on plonge tous les ballons dans l'eau froide, et quand ils sont ramenés vers 30°, on verse dans chacun d'eux 20 cc. de sulfate ferreux, puis on ramène au rose avec le permangate.

La différence entre le volume consommé par le ballon d'eau distillée et celui de chaque eau à analyser est calculée à raison de 1/2 milligramme d'oxygène par litre pour 1 cc. de permanganate.

En Angleterre, on pratique deux essais : Dans deux ballons, on introduit 250 cc. d'eau, 10 cc. d'acide sulfurique à 25 pour 100 et 10 cc. (= 0gr,001 oxygène actif) de permanganate à 0gr,395 par litre ; on les bouche bien et on les expose à 27° (80° F). Après un quart d'heure pour l'un, et 4 heures pour l'autre, on ajoute une goutte d'empois ioduré, et de l'hyposulfite jusqu'à décoloration ; l'hyposulfite est titré par rapport au permanganate. On estime que le premier titrage correspond aux nitrites, sulfures, sels ferreux, et que la différence entre les deux dosages correspond à la matière organique ; on la calcule en oxygène. On admet que le poids d'oxygène consommé, multiplié par 5,8 pour les eaux de puits profonds, par 2,4 pour les eaux superficielles et par 1,8 pour les eaux de surfaces incultes, donne sensiblement le poids de matière organique équivalente.

b. — En liqueur alcaline : On introduit dans un ballon 100 cc. d'eau à analyser, et dans un autre 200 cc. de la même eau ; on ajoute dans chacun 20 cc. de bicarbonate de soude et 20 cc. de permanganate. On fait bouillir exactement 10 minutes en régularisant comme plus haut, on fait refroidir rapidement dans l'eau froide vers 30°, on ajoute 10 cc. d'acide sulfurique et 20 cc. de sulfate ferreux ; on ramène au rose par le permanganate, et la différence entre les deux volumes est calculée en oxygène à raison de 1 milligramme par litre pour 1 cc. de permanganate. Il importe de remarquer que ce titrage ne se fait en réalité que sur 100 cc. en prenant 100 cc. comme témoin, celui en liqueur acide se faisant sur 200 cc.

Le *Formulaire des hôpitaux militaires* de 1884 recommande d'ajouter à un demi-litre d'eau 10 cc. de soude caustique pure à 10 pour 100 et 10 cc. de permanganate titré à 3-4gr par litre ; après 20 minutes d'ébullition au bain de sable, on laisse refroidir à 50°, on

ajoute 10 cc. d'acide sulfurique dilué de son volume d'eau et 10 cc. d'acide oxalique décime (**254**) dont on titre l'excès au permanganate : on corrige de la même manière qu'il a été dit.

(221) *Tableau hydrotimétrique*

Valeur en grammes, pour 1 litre d'eau, de 1° des corps suivants.			
Chaux	0,0057	Sulfate de magnésium	0,0125
Chlorure de calcium	0,0114	Chlorure de sodium	0,0120
Carbonate de calcium	0,0103	Sulfate de sodium	0,0146
Sulfate de calcium	0,0140	Acide sulfurique anhydre.	0,0082
Magnésie	0,0042	Chlore	0,0073
Chlorure de magnésium	0,0090	Savon à 50 % d'eau	0,1061
Carbonate de magnésium	0,0088	Acide carbonique (5 cc.).	0,0099

Le degré hydrotimétrique indique, en même temps que la quantité de sels calcaires d'une eau, la quantité de savon, soit 0gr,1 par degré et par litre, qu'elle neutralise, document précieux dans beaucoup d'industries.

Les eaux se partagent en trois classes.

Au-dessous de 30°, les eaux sont réputées excellentes pour la boisson, le blanchissage, la cuisson des légumes, etc.

De 30 à 60°, elles sont impropres aux usages domestiques et peuvent à peine être consommées ou servir dans les appareils à vapeur.

Au-dessus de 60° elles sont impropres à tous usages.

Voici les degrés de quelques eaux.

Eau de pluie		3°5
Eau du Rhône		15°
Eau de la Seine (Ivry)	15° à	17°
— — (Chaillot)	19° à	23°
Eau de la Marne	19° à	23°
Eau de la Dhuys (réservoir de Paris)		20°5
Eau de la Vanne (en moyenne)	16° à	18°
Eau de l'Ourcq		30°
Puits artésien de Grenelle	9° à	12°
Puits artésien de Passy	10° à	11°
Eau d'Arcueil	53° à	40°
Eau de Belleville		128°
Eau de la Loire à Tours		5°5
Eau de la Garonne à Toulouse		5°
Eau de la Saône		15°
Eau de la Dordogne à Libourne		4°5
Eau de l'Allier à Moulins		3°5
Eau de l'Oise à Pontoise		21°
Eau de l'Escaut à Valenciennes		24°5
Eau de la brasserie royale de Munich		21°5

Le degré de dureté anglais, d'après la méthode de Clarke, indique le nombre de grains de carbonate de calcium contenus dans un gallon ou 70 000 grains de l'eau essayée, par conséquent 1 degré = 0,0143 de carbonate calcaire par litre d'eau.

Le degré de dureté allemand indique le nombre de centigrammes par litre d'eau, de chaux ou oxyde de calcium qu'elle renferme.

1 degré français = 0,56° allemand = 0,70° anglais.

(222) *Des eaux potables.*

Nous avons passé en revue les diverses variétés d'eaux : nous indiquerons maintenant dans quelles limites on peut accepter les eaux comme potables. Il n'est pas possible de fixer des limites absolues en général ; on se basera sur les considérations suivantes :

1° L'*extrait* sera autant que possible inférieur à $0^{gr},50$: il y aura au plus $0^{gr},25$ de carbonate ou sulfate de calcium ; des eaux considérées comme potables en contiennent davantage, mais les sels de magnésium doivent être toujours en petite proportion.

2° La quantité de *matière organique*, exprimée en acide oxalique, ne dépassera pas 15 milligrammes d'après la méthode de Kubel-Tiemann (limite adoptée par le Laboratoire municipal) ; le Formulaire des hôpitaux militaires considère comme suspecte toute eau qui consomme plus de 3 milligrammes d'oxygène par litre et fait rejeter absolument celles qui en consommeraient 5 milligrammes et plus ; en Angleterre on condamne toute eau qui absorbe plus de 1 milligramme d'oxygène.

Les *chlorures*, en quantité notable, *phosphates* et *nitrates* sont suspects, et si l'on trouve en même temps de l'ammoniaque albuminoïde et un excès de matière organique, l'eau est à rejeter absolument. Une eau qui renferme des nitrites, des sulfures ou plus de 1 milligramme d'ammoniaque ou de $0^{mgr},2$ d'ammoniaque albuminoïde, est nuisible, comme souillée par des déjections animales.

Pour les eaux destinées à l'industrie, on doit généralement préférer les eaux les moins calcaires et les moins séléniteuses possible ; la brasserie peut s'accommoder d'eaux peu séléniteuses, mais exemptes autant que possible de carbonate de calcium et de matière organique. Lintner admet comme limite d'une eau pour brasserie 2 milligrammes d'oxygène consommé par litre. L'extrait ne doit pas dépasser 500 milligrammes par litre : il doit y avoir peu de fer et de magnésie, peu de phosphate et d'ammoniaques : une petite quantité de nitrates n'a pas d'inconvénients. Il est bon d'essayer les eaux pour brasserie en en semant une goutte dans du moût de bière stérilisé, et observant s'il ne trouble ou s'il ne développe des bactéries.

(223) *Méthode du Comité consultatif d'Hygiène.*

Dans le but de rendre comparables les analyses d'eau, le Comité consultatif d'Hygiène de France, chargé des questions d'alimentation des villes en eau potable, prescrit la marche suivante :

1° Évaporer au moins 1 litre d'eau au bain-marie, chauffer encore 4 heures après dessiccation, peser, et sur le résidu rechercher les nitrates, dont on mentionnera la présence.

2° Évaporer la même quantité d'eau, chauffer le résidu au rouge sombre et peser : la différence avec le premier nombre est comptée comme *matière organique et produits volatils*. Dans le résidu, doser l'acide sulfurique par poids.

3° Déterminer les quatre degrés hydrotimétriques (table 220) ; le bulletin portera mention du degré avant et après ébullition, et des éléments calculés comme il est dit.

4° Concentrer à 50 cc. 1 litre d'eau, doser le chlore d'après Mohr (261) et calculer en chlorure de sodium.

5° Faire bouillir pendant juste 10 minutes, 100 cc. d'eau avec 3 cc. de solution à 10 pour 100 de bicarbonate de sodium pur et 10 cc. de permanganate titré à 0gr,50 par litre (si le rose disparaît, rajouter du permanganate), laisser refroidir, ajouter 2 cc. d'acide sulfurique pur et 5 cc. d'une solution titrée de 20 grammes sulfate ferreux et 10 grammes acide sulfurique pur par litre, et ramener au rose par le permanganate. On recommence ensuite exactement l'essai avec des quantités doubles, et on calculera en oxygène consommé par litre.

6° S'il est possible, l'examen bactériologique.

Pour les villes de plus de 5000 âmes, le Comité désire l'analyse complète de l'eau.

Le Comité fixe les limites suivantes :

	Eau pure.	Potable.	Suspecte.	Mauvaise.
Chlore...........	<0,015	<0,040 [1]	0,050—0,100	>0,100
Soit NaCl.........	<0,027	<0,066	0,085—0,165	>0,165
Ac. sulfurique SO^3.	0,002—0,005	0,005—0,030	>0,030	>0,050
Soit $CaSO^4$........	0,003—0,008	0,008—0,051	>0,051	>0,085
Mat. organ. en oxygène..........	<0,001	<0,002	0,003—0,004	>0,004
Mat. organ. et prod. volatils.........	<0,015	<0,040	0,040—0,070	>0,10
Degré hydrot. total.	5—15	15—20	>30	>100
— ap. ébull.	2—5	5—12	12—18	>20

1. Sauf au bord de la mer. < signifie moins de, > plus de.

(224) *Examen bacteriologique des eaux.*

Ce procédé, auquel certains hygiénistes attribuent une grande importance, ne fournit encore que des résultats incertains; aussi donnerons-nous seulement les formules pour préparer les gélatines nutritives.

1° Dans un litre d'eau, dissoudre 50 grammes (100 grammes en été) de gélatine blanche extra, en chauffant à 50°; on mélange avec un blanc d'œuf battu avec son volume d'eau et on chauffe deux heures au bain-marie. On filtre alors sur un tampon d'amiante récemment calciné, dans un entonnoir stérilisé à 150° et entouré d'eau chaude, et on reçoit la gélatine claire dans un ballon stérilisé à 150° qu'on garde pour l'usage. On rend cette gélatine nutritive en l'additionnant d'un quart à son volume des liquides suivants : infusion de froment ou de foin, urine neutralisée, solution neutre de peptone ou d'extrait de viande.

On prépare aussi un excellent bouillon, en faisant digérer 24 heures dans une glacière, 1 kilogramme de viande de bœuf crue hachée avec 2 litres d'eau, et exprimant le liquide, dans lequel on dissout à une chaleur modérée 10 grammes de sel marin et 20 grammes de peptone : on fait bouillir, on dissout encore 100 grammes de belle gélatine blanche, on neutralise par du carbonate de sodium et on stérilise deux jours de suite par une ébullition de 5 minutes, puis on filtre à chaud.

M. Miquel prépare une gelée de lichen blanc (*fucus crispus*) dans l'eau, la dessèche et ajoute 1 pour 100 de ce produit à du bouillon de bœuf neutralisé : la gelée nutritive ainsi obtenue fond vers 55°, ne s'altère pas par un chauffage prolongé à 110°, et peut sans inconvénient être desséchée puis régénérée par addition d'eau.

La stérilisation à 110-120° peut être remplacée par la destruction successive des bactéries développées par les germes, en chauffant à 60° pendant 1 heure par exemple, d'abord deux fois par semaine, puis, après quinze jours, une fois par semaine durant un mois, les liquides organiques à stériliser; on peut aussi filtrer l'eau et les liqueurs à travers des bougies en biscuit de porcelaine (systèmes Chamberland ou Gautier).

Il est utile de faire précéder les cultures par une recherche qualitative, effectuée dans une petite cuve qu'on prépare en rodant sur une lamelle de verre couvre-objet de 20 millim. de diamètre un anneau en verre de 15 millim. de diamètre intérieur et 1 cent. de haut : dans cette cuve on fait évaporer à l'aide du vide 1 cc. d'eau; on enlève l'anneau, et on explore le résidu au microscope, avec 100 diamètres on observe les cristaux souvent caractéristiques de divers sels, les débris végétaux, les infusoires, des algues (les algues incolores accompagnent les eaux impropres à l'alimentation); à 800 diamètres on voit souvent les bactéries encore mobiles.

Le couvre-objet est ensuite séché 10 minutes à 125° ou passé trois

fois, rapidement, dans la flamme d'un bec Bunsen : on dépose à sa surface une goutte de solution aqueuse de bleu de méthylène; on place le couvre-objet sur la lame de verre, on déplace la couleur en excès par de l'eau pure que l'on absorbe avec du papier-filtre, on laisse sécher et on monte au baume. La recherche des bactéries colorées se fait avec un objectif homogène à immersion dans l'huile à 800-1200 diamètres.

Essai au sucre. — On remplit un matras de 150 cc. de l'eau suspecte, clarifiée par le repos, et additionnée de 1/2 gr. sucre cristallisé pur; on bouche et on expose en bonne lumière à 27° environ. Au bout de 2 ou 3 jours, quelquefois plus longtemps, on observe, si l'eau est contaminée par de l'eau d'égout, de petites taches blanches, qu'on enlève avec une pipette pour les observer au microscope. On voit d'abord de petites cellules isolées, à noyau brillant; au bout de quatre à six heures, l'ensemble à l'aspect d'une grappe de raisin; ensuite on n'observe plus que des fils moniliformes, puis du mycélium, avec de rares cellules qui finissent par disparaître.

Section II. — Métallurgie, métaux et alliages

(225) *Prise d'échantillons des minerais.*

On prendra au hasard le contenu entier d'un panier ou d'une brouette par série de dix, de vingt, ou de cent; on fera concasser le tout en morceaux gros comme des noix; on fera distribuer les morceaux dans une aire, bien mélangés à la pelle, on tracera deux diamètres en croix, et on fera un prélèvement au milieu des secteurs; et sur cet échantillon bien mélangé on prendra 20 kilogrammes qu'on fera broyer dans un mortier de fer ou à l'aide d'un gros marteau sur une table épaisse en fonte, de sorte que la poudre passe par un tamis à mailles de 3 millim.; sur l'échantillon tamisé et mélangé on fera un prélèvement de 1 à 2 kilogrammes qui sera finement pulvérisé et passé au tamis de 1 millim. On en remplit des flacons d'échantillon, de 100 grammes au moins; on les remplit également, on les ferme avec de bons bouchons en liège qu'on scelle et sur lesquels on appose les cachets.

Si le minerai est livré en menus fragments, à l'aide d'une grande cuiller ou mieux d'une pelle on prélève de temps en temps un échantillon de quelques kilogrammes: on mélange le tout et on prélève comme il a été dit l'échantillon à broyer.

Dans le cas où le minerai serait humide, il convient de dessécher, sur la voûte d'un four par exemple, la partie de 20 kilogrammes destinée à être broyée.

Enfin l'échantillon confié à l'analyse sera bien mélangé et on en réduira au mortier d'agate, pour l'analyse, quelques grammes en poudre impalpable.

(226) *Essai de fer.*

On pèse 1 décigramme de fil de clavecin bien décapé, on le dissout dans un ballon fermé par une soupape de caoutchouc, au moyen de 10 cc. d'acide sulfurique pur dilué et de quelques grammes de bicarbonate de sodium; après refroidissement, on étend d'eau froide bouillie et on titre par une solution de permanganate de potassium contenant environ 30 grammes au litre; on note le nombre de centimètres cubes employés. D'autre part, on dissout le métal à essayer dans l'acide chlorhydrique bouillant, en ajoutant du bicarbonate de sodium de temps en temps pour créer une atmosphère d'acide carbonique. On étend d'eau et on titre par le permanganate jusqu'à couleur rose. Une simple proportion donne la quantité pour 100 de fer dans le métal; le fil de clavecin contient en général 99,7 pour 100 de fer.

Pour doser le protoxyde de fer dans un minerai on opère de même. Si on veut doser le fer qui y est contenu aux deux états d'oxydation, on le dissout dans l'acide chlorhydrique, on réduit le perchlorure par du zinc pur, 2 à 3 grammes, et l'on opère comme ci-dessus.

On peut titrer le permanganate par l'acide oxalique normal (table 255). 1 cc. correspond à 0,056 de fer. Il est inutile d'avoir une solution de permanganate exactement normale.

Les minerais de fer se dissolvent dans l'acide chlorhydrique concentré, sauf les pyrites : l'acide ne doit pas être chauffé à plus de 50° après dissolution, l'excès d'acide est évaporé au bain-marie.

(227) *Essai des pyrites.*

1° On dose l'humidité sur quelques grammes, desséchés à 105° jusqu'à poids constant,

2° A. On traite à une douce chaleur 1/2 gramme de pyrite finement pulvérisée par 10 cc. d'un mélange d'un volume d'acide chlorhydrique fumant et trois volumes d'acide nitrique à 40° B.; on évapore à sec au bain-marie : on reprend le résidu par un peu d'acide chlorhydrique, on évapore à sec, et on reprend par 100 cc. environ d'eau acidulée par 10 gouttes d'acide chlorhydrique : on filtre sur un petit entonnoir et on lave à l'eau bouillante la partie insoluble, composée de silice, de silicates et de sulfates. Le liquide filtré, réuni à l'eau de lavage, est chauffé doucement, sursaturé légèrement par l'ammoniaque; on réunit le peroxyde de fer sur un filtre en papier épais, mais filtrant rapidement, on le lave à l'eau bouillante jusqu'à ce qu'il n'abandonne plus de sulfates, enfin on le calcine et on le pèse. Le liquide filtré et l'eau de lavage sont concentrés à 200 cc. et acidulés par l'acide chlorhydrique; on fait bouillir, puis, en arrêtant l'ébullition, on ajoute 20 cc. de chlorure de baryum à 10 o/o bouillant; après

1/2 heure on décante, on traite le dépôt 2 minutes par 100 cc. d'eau bouillante avec quelques gouttes d'acide chlorhydrique, on décante sur le filtre, on lave encore 2 fois par décantation à l'eau bouillante, enfin on lave le précipité sur le filtre, on sèche, on calcine et on calcule le poids du sulfate de baryum en soufre (table 178).

3° On attaque de même 1 gramme de pyrite, on évapore à sec et on reprend par l'acide sulfurique dont on chasse l'excès au bain de sable : ce résidu est repris par l'eau bouillante et après refroidissement additionné d'un quart d'alcool ; après 12 heures les sulfates insolubles sont recueillis sur un filtre et lavés avec de l'alcool à 35 o/o tant qu'il passe du cuivre. Le liquide filtré est saturé d'hydrogène sulfuré ; le précipité, après 12 heures, est récolté sur un filtre, lavé à l'eau chargée d'hydrogène sulfuré et de quelques gouttes d'acide sulfurique, enfin desséché, mélangé de soufre pur et calciné dans un creuset de Rose, avec courant d'hydrogène. On pèse le sulfure de cuivre Cu^2S qui est mélangé d'un peu de sulfure d'antimoine et de bismuth, dont la proportion peut être considérée dans les pyrites d'Espagne comme constante et de 0,05 o/o du sulfure de cuivre : on déduit cette proportion avec les cendres du filtre. La solution sulfhydrique est soumise à l'ébullition, le fer peroxydé par l'eau régale, et précipité par un excès notable d'ammoniaque : après 6 heures on filtre et on lave : le peroxyde de fer, qui entraîne du zinc, est redissous dans l'acide chlorhydrique, précipité par l'ammoniaque et lavé ; on réunit ces liqueurs, on les amène à 1/2 litre et on titre au sulfure de sodium (table 232).

4° On détermine l'acide carbonique d'après la table 269 ou 279 et on calcule en carbonate de calcium.

2° B. *Méthode de Pelouze.* — On pulvérise séparément 1 gramme de pyrite, 5,3 grammes de carbonate de sodium pur et sec, pesés exactement, puis 7 grammes de chlorate de potassium et 5 grammes de chlorure de sodium pur fondu. Le tout est mélangé, puis projeté par fractions, à l'aide d'une spatule, dans une cuiller en fer, dite cuiller à projection, de 250 cc. environ, chauffée au rouge. Après 10 minutes de chauffe, on laisse refroidir, on épuise par l'eau bouillante, et on titre alcalimétriquement le carbonate de sodium restant, avec l'acide normal, dont 5gr,3 de carbonate nécessiteraient 100 cc. : chaque centimètre cube employé en moins correspond à 0gr,04 d'acide sulfurique, ou 0gr,016 de soufre contenu dans le pyrite. On dose d'autre part le plomb et le zinc, on les calcule en sulfure et on déduit le soufre correspondant du poids trouvé.

Pyrites grillées. Sur chaque four que l'on décharge, on prend un échantillon moyen : on mélange les produits de toute la semaine et sur l'ensemble on fait le prélèvement destiné à l'analyse.

La dissolution se fait dans l'acide chlorhydrique avec quelques gouttes d'acide nitrique : le cuivre se dose de même, et on retranche 0gr,07 o/o pour le bismuth et l'antimoine.

Le soufre se dose sur un échantillon dissous dans l'eau régale, comme dans la pyrite, mais sans précipiter le fer par l'ammoniaque.

Si l'on pratique l'essai de Pelouze, il est inutile d'ajouter du sel marin.

(228) *Essais de cuivre.*

On pèse 100 grammes de cyanure de potassium pur qu'on dissout dans 1^{lit},753 d'eau ou 100 grammes de cyanure ordinaire, qu'on dissout dans 1^{lit},218 d'eau. 50 cc. de cette liqueur titrée équivaudront à environ 0^{gr},50 de cuivre.

L'essai se fait en pesant d'abord un poids de cuivre galvanique pur, qu'on dissout dans l'acide nitrique étendu, on chauffe, puis on sursature par un léger excès d'ammoniaque, on laisse refroidir, puis l'on verse peu à peu et lentement vers la fin de l'opération, au moyen de la burette, la solution de cyanure de potassium, jusqu'à ce que la couleur ait presque disparu et soit remplacée par une faible teinte lilas. Le titre étant vérifié, à la place de cuivre pur on pèse un poids de minerai qu'on traite comme il vient d'être dit.

Exemple. 200° de la burette (100 cc.) — 1 gramme de cuivre.
2 grammes de minerai exigent pour la décoloration 105°.
200 : 105 :: 1 : x; — 0,525, soit 26,25 o/o de cuivre.

(229) *Dosage du cuivre par l'hyposulfite de sodium.*

1° On dissout 84 grammes d'hyposulfite de sodium cristallisé dans 2 litres d'eau. Le titre est pris au moyen de cuivre galvanique pur.

2° On emploie l'iodure de potassium en cristaux, il doit être exempt d'iodate.

3° On prépare une solution d'amidon, en faisant bouillir de l'amidon dans une grande quantité d'eau, on laisse refroidir, on décante et conserve la solution limpide.

Mode d'essai. — On fait dissoudre 0^{gr},500 à 0^{gr},650 de cuivre pur ou d'alliage dans l'acide azotique faible, on chauffe, on étend d'un peu d'eau, puis on ajoute du carbonate de sodium jusqu'à ce que le cuivre commence à se précipiter. On ajoute ensuite un excès d'acide acétique pur, on verse le tout dans un flacon, l'on étend de la moitié du volume d'eau, enfin on jette 4 grammes d'iodure de potassium dans le flacon, on laisse dissoudre. On verse alors la liqueur titrée d'hyposulfite de sodium jusqu'à ce que la plus grande partie de l'iode libre disparaisse et que le liquide prenne une teinte jaunâtre. On ajoute à ce moment un peu de solution d'amidon et on continue à verser avec précaution la liqueur titrée jusqu'à ce que la solution soit incolore. On lit le nombre de degrés sur la burette et on déduit la quantité de cuivre d'après les résultats obtenus avec le cuivre pur.

(230) *Mise en dissolution du cuivre.*

Dans une capsule de porcelaine profonde et couverte, on chauffe le minerai finement pulvérisé avec de l'acide nitrique étendu et un peu d'acide sulfurique; on évapore à sec et on chauffe jusqu'à ce qu'il ne se dégage plus d'acide sulfurique. Si le minerai renferme du soufre, on recommence la dissolution jusqu'à ce que l'aspect du résidu montre qu'il ne renferme plus de cuivre, quand on reprend par l'eau. Souvent il vaut mieux séparer le soufre, le laver et le calciner dans un creuset de porcelaine; la cendre est reprise par l'eau acidulée et réunie au reste du liquide. Après refroidissement on humecte un peu la masse d'acide sulfurique et après quelque temps on reprend par l'eau bouillante : on filtre pour séparer l'étain et l'antimoine, le plomb et la plus grande partie du fer : tout le cuivre est en dissolution

(231) *Dosage du cuivre d'après Pelouze.*

On ajoute à la solution de cuivre, dans l'acide sulfurique ou nitrique, un excès d'ammoniaque. Le précipité est recueilli sur un filtre, lavé, redissous dans l'acide chlorhydrique et précipité par l'ammoniaque : le liquide filtré et les eaux de lavage sont réunis aux premières. On chauffe le tout à 60°-80° et on ajoute une solution titrée de sulfure de sodium jusqu'à décoloration complète du liquide (ce qu'on peut aussi apprécier par un essai à la touche sur du papier enduit de carbonate de plomb (232) ou de sulfure de zinc, précipité qui noircit s'il y a du cuivre dissous). Le sulfure de cuivre qui se dépose a pour formule $5CuS,CuO$.

Le procédé est inexact en présence d'arsenic et de zinc. Il s'applique aussi au cobalt et au nickel. La solution de sulfure de sodium se prépare en saturant d'hydrogène sulfuré un volume donné de lessive de soude caustique, puis ajoutant un volume égal de la même lessive : on dilue de telle sorte que 1 cc. = 0^{g},01 de cuivre environ (soit 3^{gr} à peu près de sulfure de sodium par litre). La fixation du titre se fait sur du cuivre galvanique (table 228) : on opère comme pour un essai.

(232) *Essai de zinc.*

La solution normale de zinc renferme à l'état de chlorure 8 grammes de zinc pur par litre. — La solution de sulfure de sodium contient 30 à 35 grammes de sel cristallisé par litre. Pour déterminer son titre réel, on prend 25 cc. de la solution de zinc (soit 0^{gr},2 zinc), on les sursature par l'ammoniaque, on étend à 1/2 litre, et on ajoute la solution de sulfure de sodium jusqu'à ce que ce sel soit en excès. Pour reconnaître ce moment, on prend une certaine quantité de liquide

avec un tube (diamètre 6 millim.) rétréci légèrement par son bout inférieur et servant de pipette, on appuie ce tube sur une bande de carton mince recouverte de carbonate de plomb et glacée, et on fait écouler le liquide. Dès que le sulfure de sodium sera en excès, on verra apparaître une tache brune, et lorsque son intensité correspond à celle que produit 1 cc. de solution de sulfure de sodium étendu de 500 cc. d'eau, on arrête l'opération. On retranche alors 1 cc. du nombre de centimètres cubes employés; ce nombre est généralement compris entre 25 et 30.

Pour faire l'essai d'un minerai, on en pèse, suivant sa richesse, 0 gr, 5 à 1 gramme; on le dissout dans 15 à 30 cc. d'eau régale. On ajoute quelques gouttes de brome et on précipite par 30 à 60 cc. d'ammoniaque avec addition de 5 à 10 cc. de carbonate d'ammonium. Après quelques heures, on filtre le liquide chauffé préalablement et on le titre avec la solution de sulfure de sodium en suivant la marche indiquée.

(233) *Essais des minerais de plomb.*

Emploi du flux.

On mélange intimement :

100	grammes	minerai pulvérisé,
300	—	carbonate de sodium ou flux noir,
10	—	charbon de bois en poudre fine,

On chauffe graduellement, jusqu'à ce que la masse soit complètement liquide, on donne de légères secousses au creuset pour rassembler le plomb, puis on laisse refroidir et on trouve un culot de plomb. On obtient ainsi 74 à 76 pour 100 de plomb avec de la galène pure.

Emploi du fer métallique ou mieux d'un creuset en fer.

On introduit dans le creuset chauffé au rouge sombre, au moyen d'une cuiller en cuivre, un mélange de :

100	grammes	minerai pulvérisé,
100	—	carbonate de sodium,
50	—	potasse perlasse,
15	—	tartre brut.

On verse sur le mélange une légère couche de borax, on active le feu; au bout de 8 à 10 minutes on brasse avec une spatule en fer et on porte la température au rouge brillant.

On enlève le creuset du feu et on laisse refroidir; on obtient ainsi avec de la galène pure 84 pour 100 de plomb ductile et malléable, ne contenant pas de fer. La perte est environ de 4 pour 100; elle s'élève à 5 pour 100 pour les minerais renfermant seulement 40 à 50 pour 100 de plomb.

(234) *Essais de mercure.*

Dans un tube en verre à analyse organique, on introduit le corps à analyser avec un excès de chaux, en ayant soin au préalable de placer à l'extrémité du tube un peu de bicarbonate de sodium, afin de pouvoir entraîner par l'acide carbonique les vapeurs restant dans l'appareil.

Les vapeurs de mercure sont condensées dans un tube à boules contenant une petite quantité d'eau. Le poids du tube à boules a été déterminé avant l'analyse. Lorsque l'opération est terminée, on enlève l'eau et on pèse de nouveau le tube; on a ainsi déterminé la quantité de mercure contenue dans le corps à analyser.

Si le corps contient des azotates ou des iodures, il faudra remplacer la chaux par du cuivre métallique.

Enfin, si le mercure se trouve dans un alliage métallique en présence de métaux non volatils, on le détermine par différence, en soumettant l'alliage à la calcination.

(235) *Dosages électrolytiques.*

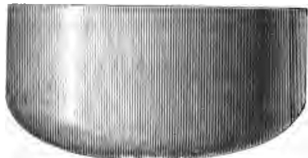
Sources d'électricité. — La pratique de l'analyse électrolytique exige l'emploi de courants d'une grande constance, les seuls qui permettent d'obtenir des dépôts réguliers. Les sources d'électricité auxquelles on peut s'adresser sont : les piles à liquides, les piles thermo-électriques, les machines dynamo-électriques.

Parmi les piles à liquides, les piles Daniell, Meidinger, Lalande et Chapron, fournissant un courant sensiblement constant, doivent être préférées. On pourra toujours les employer pour les dosages qui n'exigent qu'une faible quantité d'électricité. C'est le cas qui se présente en général dans les laboratoires de recherches.

Les piles thermo-électriques fournissent des courants suffisamment constants. Elles présentent l'avantage de ne nécessiter aucun entretien. Parmi les plus employées nous citerons les piles Clamond, Noë, Gülcher. Le grand modèle de cette dernière, très employé en Allemagne, est composé de 66 éléments, sa résistance est de 0,65 ohm, et sa force électromotrice de 4 volts. La consommation de gaz est de 170 litres à l'heure.

Les machines dynamo-électriques sont à employer lorsqu'on a à effectuer simultanément plusieurs dosages. C'est le cas qui se présente généralement dans la pratique industrielle. Dans ce cas, il est indispensable d'employer la dynamo à charger des accumulateurs. En effet, les accumulateurs fournissent un courant plus constant qu'aucun des générateurs électriques connus. Ils présentent sur les piles l'avantage de ne pas s'user à circuit ouvert. Leur emploi est tout indiqué dans les installations qui possèdent une distribution d'électricité. Un mode de couplage convenable permet de faire varier à l'infini les

constantes du courant de décharge, ce qui se prête parfaitement aux besoins de l'analyse électrolytique.


Figure 1.

Matériel pour l'exécution des analyses. — On obtiendra des dépôts métalliques adhérents d'autant plus facilement que la cathode employée sera plus grande Il en est de même pour les analyses où les dépôts sont constitués par des peroxydes (plomb, manganèse), dont l'adhérence laisse parfois à désirer.

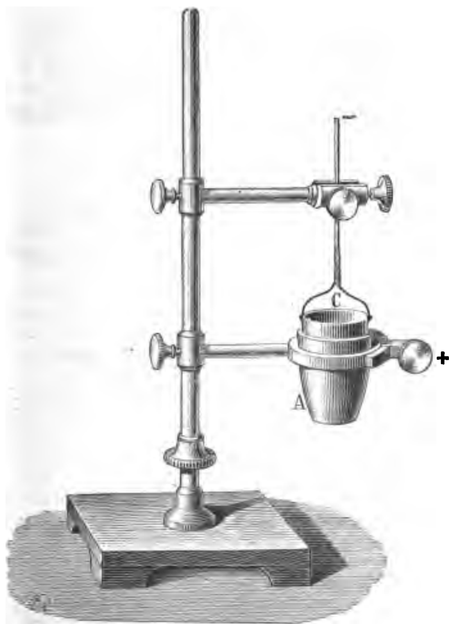


Figure 2.

M. Classen recommande l'emploi d'une cathode (fig. 1) constituée par une capsule de platine mince de 9 centim. de diamètre, $4^{cm},2$ de profondeur et d'une capacité de 200 centimètres cubes environ, soigneusement polie et conservée avec une surface aussi lisse que possible. Comme anode, il emploie ou bien une capsule de même forme, de 50 millimètres de diamètre et 20 millimètres de profondeur; ou bien un disque en platine soudé à un gros fil de même métal. L'anode doit être perforée en plusieurs endroits, pour permettre la circulation du liquide.

L'appareil de M. Riche (fig. 2) est également très pratique. La cathode

est constituee par un cône en platine ouvert aux deux extrémites, présentant des ouvertures allongées qui permettent la circulation du liquide. Ce cône est immergé dans un creuset en platine qui sert d'anode et qui renferme l'électrolyte. L'espace entre les deux électrodes est de 2 à 4 millimètres.

La figure 3 représente le support destiné à l'appareil de M. Classen. Une tige en verre porte deux tiges métalliques mobiles communiquant avec les deux pôles de la source électrique. L'une de ces tiges est munie d'un serre-fil dans lequel s'engage l'anode, l'autre

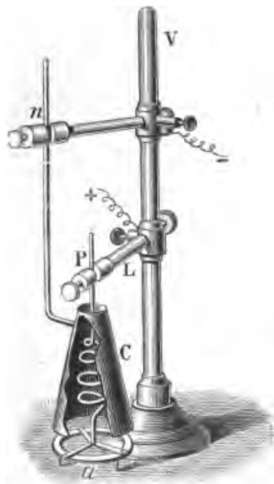


Figure 3.

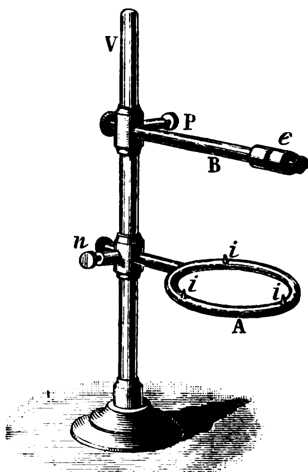


Figure 4.

d'un anneau présentant trois cales en platine qui assurent le contact avec la capsule qui sert de cathode.

L'électrolyse terminée, on enlève l'anode du bain sans interrompre le courant, on fait écouler le liquide épuisé, on lave la cathode à l'eau distillée, puis à l'alcool absolu, on la sèche par un séjour de quelques minutes dans une étuve à 80-90°, et on la pèse après refroidissement.

La figure 4 représente un autre dispositif qui permet d'enlever du bain à la fois l'anode et la cathode, ce qui est utile dans le cas

où le bain est acide; *c* est la cathode, *a* l'anode; le système plonge dans un vase à précipité ordinaire.

L'opération étant terminée, on enlève rapidement le support avec les électrodes que l'on plonge immédiatement dans l'eau distillée. On lave ensuite la cathode au moyen d'une pissette remplie d'alcool.

Réduction et mesure des courants. — On emploie pour la réduction des courants des rhéostats d'une construction simple.

Le rhéostat de M. Smith est formé d'un châssis en bois de 2 mètres de long, 50 centimètres de large, sur lequel on tend longitudinalement un fil de fer de faible diamètre et d'environ 100 mètres de longueur. A l'aide d'une pince mobile munie d'un serre-fil, que l'on peut fixer en un point quelconque du fil, on fait varier le courant dans les limites que l'on désire.

Un autre rhéostat simple est constitué par un cylindre en verre muni à une de ses extrémités d'un couvercle métallique, et à l'autre d'un bouchon dans lequel entre à frottement dur une tige métallique à laquelle est fixé un piston d'un diamètre un peu inférieur à celui du cylindre. Le cylindre est entièrement rempli d'une solution saturée de sulfate de zinc. Le fond métallique et le piston communiquent avec la source d'électricité. En intercalant dans le circuit une colonne plus ou moins grande de liquide, on fait varier l'intensité du courant.

Les mesures de force électromotrice et d'intensité se font au moyen de voltmètres et d'ampère-mètres semblables à ceux qu'emploient les autres applications électriques. Seulement la course est limitée à une dizaine d'unités, et chaque unité est divisée en dixièmes.

L'expression rationnelle de l'intensité du courant en ampères n'est malheureusement guère employée par les auteurs qui ont traité de l'analyse électrolytique. Ils donnent, en général, ces chiffres en centimètres cubes de gaz tonnant à la minute, ou bien encore en éléments de piles. Cette dernière méthode est absolument vicieuse et antiscientifique. On pourra convertir les centimètres cubes de gaz tonnant en ampères, sachant que 1 ampère = 10^{cmc}346 de gaz tonnant par minute, mesuré à 0° sous 760 millimètres. Le tableau suivant permettra de faire rapidement ces conversions.

Exécution des analyses. — On se sert en général comme électrolytes de solutions d'oxalates doubles, que l'on obtient en traitant la solution du sulfate par l'oxalate de potassium ou par l'oxalate d'ammonium. — On emploie aussi quelquefois les chlorures.

En général, on opère l'électrolyse à une température de 50°—60° les liquides étant plus conducteurs à chaud, on peut alors réduire l'intensité du courant employé. On évite la concentration de l'électrolyse en recouvrant la capsule d'un verre de montre percé d'un trou pour laisser passer le conducteur. Les vapeurs viennent se condenser sur ce verre de montre et retombent dans la capsule.

On ne doit jamais opérer à l'ébullition, sous peine de n'obtenir que des dépôts non adhérents.

On constate que l'opération est terminée en essayant une trace de la liqueur par un réactif approprié.

Antimoine. Arsenic. Étain. — Les solutions oxaliques et tartriques

Intensité du courant en ampères.	Intensité du courant en c. c. de gaz tonnant par minute.	Intensité du courant en c. c. de gaz tonnant par minute.	Intensité du courant en ampères.
0,1	1,04	1	0,096
0,2	2,09	2	0,192
0,3	3,13	3	0,287
0,4	4,18	4	0,383
0,5	5,22	5	0,479
0,6	6,62	6	0,575
0,7	7,31	7	0,671
0,8	8,35	8	0,766
0,9	9,39	9	0,862
1,0	10,44	10	0,958
1,1	11,48	11	1,054
1,2	12,52	12	1,150
1,3	13,57	13	1,245
1,4	14,61	14	1,341
1,5	15,65	15	1,437
1,6	16,70	16	1,533
1,7	17,74	17	1,629
1,8	18,78	18	1,724
1,9	19,83	19	1,820
2	20,87	20	1,916
3	31,31	30	2,874
4	41,75	40	3,432
5	52,18	50	4,790
6	62,62	60	5,748
7	73,05	70	6,706
8	83,51	80	7,664
9	93,92	90	8,662
10	104,36	100	9,580

ne donnent pas de bons dépôts. Il est préférable de s'adresser aux sulfosels. On redissout le sulfure dans le *monosulfure de sodium*, et on électrolyse avec un courant faible (0,15 à 0,20 amp.).

Pour séparer l'antimoine de l'arsenic, on amène ce dernier à l'état de pentasulfure. A cet effet on traite les sulfures par l'eau régale, on évapore à sec et on dissout le résidu dans la soude et le monosul-

fure de sodium. Dans ces conditions, l'arsenic ne se dépose pas sous l'action du courant.

Si l'on a à séparer l'antimoine de l'étain, on traitera à chaud la solution d'où l'on a précipité l'antimoine par le sulfate d'ammonium, de manière à transformer le sulfure de sodium en sulfure d'ammonium, et on électrolysera avec un courant plus fort (1 amp. environ).

Argent. — Précipiter la solution par un excès d'ammoniaque, ajouter du sulfate d'ammoniaque et électrolyser avec un courant de 2 centimètres cubes de gaz tonnant à la minute (0,2 amp.), 5 centimètres cubes (0,5 amp.) à la fin (J. Krutwig).

On peut encore employer une solution d'oxalate dans le cyanure de potassium, ne contenant pas plus de 0gr,3 d'argent, avec un courant de 0,2 ampère (F. Rüdorff).

Bismuth. — Pour obtenir un dépôt cristallin adhérent, on précipite le sel par l'oxalate de potassium, et on ajoute de l'oxalate d'ammonium jusqu'à dissolution complète. On étend à 150 centimètres cubes et on électrolyse avec un courant très faible (0,01 à 0,05 amp.) à 70-80°. Après seize heures on acidule par de l'acide oxalique et on continue l'électrolyse pendant vingt-quatre heures. On sépare ainsi le bismuth du zinc, du cobalt, du nickel et de l'urane.

Cadmium. — L'oxalate de cadmium et d'ammonium est électrolysé avec un courant de 0,5 ampère.

Dans le cas de traces de cadmium, il est bon de remplacer l'acide oxalique par l'acide tartrique.

Cobalt. — Solution dans l'oxalate d'ammonium. Opérer à la température ordinaire avec un courant de 0,5 amp. environ.

Cuivre. — L'électrolyse de l'oxalate cupro-ammonique exige de 0,3 à 0,4 ampère. On doit commencer avec une solution neutre et ajouter à la fin de l'acide oxalique. — Pour des solutions pauvres, on peut ajouter dès le début l'excès d'acide oxalique. On réduit ainsi considérablement la durée de l'opération.

On peut également électrolyser une solution de sulfate ou de nitrate. Eviter le chlorure.

Fer. — Solution du composé ferreux ou ferrique dans l'oxalate d'ammonium. Dans la solution ferrique, le courant est d'abord employé à ramener le métal à l'état ferreux. Electrolyser à 40-50°, avec un courant de 0,6 à 0,8 amp.; 1 à 1,5 amp. à la fin. Au cas où l'on observerait pendant l'opération la formation d'un précipité d'oxyde, on le redissoudrait au moyen de quelques gouttes d'une solution d'acide oxalique.

Mercure. — En électrolysant avec un courant très faible (0,2 amp.)

une solution d'oxalate de mercure et d'ammonium, ou mieux une solution acidulée par quelques gouttes d'acide nitrique avec un courant de 0,02 à 0,05 amp., on obtient le métal sous la forme d'un miroir ou de petits globules très faciles à laver.

Nickel. — Opérer comme pour le cobalt et le fer, mais à la température ordinaire, avec 0,2 ou 0,3 amp.

Or. — Solution dans l'oxalate d'ammonium. Pour pouvoir détacher le dépôt de la cathode, on l'argente préalablement.

Platine. — Solution dans les oxalates de potassium ou d'ammonium, courant de 0,1 à 0,3 amp. Pour éviter l'adhérence du dépôt sur la cathode, on a soin de la recouvrir au préalable de cuivre par électrolyse.

Plomb. — Solution dans l'oxalate d'ammonium, courant de 0,02 amp. Le lavage à l'eau et à l'alcool oxyde légèrement le métal déposé.

Zinc. — Électrolyser à froid le sel double de zinc et d'ammonium en employant un courant de 0,5 amp.

Le *manganèse*, l'*aluminium*, le *chrome* fournissent des dépôts constitués par des oxydes. Leur dosage par électrolyse n'est donc pas pratique.

Essais d'argent par la coupellation.

(**236**) *Détermination approximative du titre d'alliage.*

On passe à la coupelle $0^{gr},100$ d'alliage avec 1 gramme de plomb; on obtient un bouton dont le poids donne à 1 ou 2 centièmes près le titre cherché. D'après cet essai, on juge la quantité de plomb à ajouter à l'alliage pour le coupeller au mieux.

La prise d'essai se fait sur 1 gramme d'alliage; le nombre de milligrammes qui représente le poids du *bouton de retour* indique donc le titre de l'alliage en millièmes.

Un bouton pesant 900 milligrammes représente un alliage à 900 millièmes.

On peut aussi déterminer approximativement le titre en faisant sur la pierre de touche des traces dont on compare la couleur avec celles produites par des alliages de titre connu (sans emploi d'acides).

(237) *Table indiquant les quantités de plomb nécessaires pour la coupellation des alliages de cuivre et d'argent.*

Titre de l'argent.	Plomb à ajouter à 1 gramme d'alliage.	Titre de l'argent.	Plomb à ajouter à 1 gramme d'alliage.
Argent à 1000	0gr,500	Argent à 500	16 à 17 gr.
— 950	3	— 400	
— 900	7	— 300	
— 800	10	— 200	
— 700	12	— 100	
— 600	14	Cuivre pur.	

Le bouton n'est pas de l'argent pur; il contient du plomb et du cuivre. L'analyse, par voie humide, indique dans le bouton d'essai un titre compris entre 992 et 998 millièmes. Ce titre peut être évalué à 996 millièmes. (Voir ci-dessous la table 238).

(238) *Table de compensation pour l'essai des matières d'argent.*

Titres exacts.	Titres trouvés par la coupellation	Pertes ou quantités de fin à ajouter aux titres correspondants obtenus par la coupellation.	Titres exacts.	Titres trouvés par la coupellation	Pertes ou quantités de fin à ajouter aux titres correspondants obtenus par la coupellation.
1000	998,97	1,03	600	595,32	4,68
950	947,50	2,50	550	545,32	4,68
900	896,00	4,00	500	495,32	4,68
850	845,85	4,15	400	396,05	3,95
800	795,70	4,30	300	297,40	2,60
750	745,48	4,52	200	197,47	2,53
700	695,25	4,75	100	99,12	0,88
650	645,29	4,71			

Les *témoins* sont des essais que l'on execute sur un alliage fait avec de l'argent à 1000 millièmes et représentant d'une manière approximative le titre de l'alliage qu'on examine. Le témoin doit être passé à la coupelle à côté de l'essai auquel il doit être comparé. Ils sont surtout utiles quand l'alliage contient de l'or, du platine ou du palladium.

Essais d'argent par la voie humide (Gay-Lussac).

(239) *Préparation de l'argent pur à $\frac{1000}{1000}$.*

Dissoudre l'argent métallique dans l'acide nitrique, séparer par décantation le résidu, s'il y en a, puis précipiter la solution étendue d'eau par un excès de sel marin. Le chlorure d'argent bien lavé, puis séché, est chauffé dans un creuset de terre réfractaire, au rouge vif. Pour 100 p. chlorure d'argent :

74,4 p. de craie, 4,2 p. de charbon de bois pulvérisé.

L'argent métallique occupe le fond du creuset; on le détache, on le lave et on le redissout de nouveau dans l'acide azotique pur, puis on recommence le même traitement. L'argent est alors complétement pur.

(240) *Préparation de la liqueur décime d'argent.*

On dissout 1 gramme d'argent à 1000 millièmes dans 5 ou 6 grammes acide azotique pur et l'on étend la dissolution d'eau distillée, de manière à obtenir exactement 1 litre de liqueur.

(241) *Préparation de la dissolution normale de sel marin.*

On dissout 5gr,414 de chlorure de sodium pur dans l'eau distillée, de manière que le volume du liquide occupe 1 litre à la température de 15°; 1 décilitre de cette liqueur à + 15° précipite exactement 1 gramme d'argent pur.

On peut employer le sel marin ordinaire; dans ce cas, on dissout 200 ou 300 grammes de sel marin dans 2 litres d'eau commune, on filtre, puis on évapore à sec quelques grammes de la solution pour apprécier la quantité de sel qu'elle renferme. On étend alors cette liqueur d'une quantité d'eau inférieure à celle qu'indiquerait le calcul en supposant que le sel fût pur. Puis on la titre au moyen de la liqueur titrée d'argent et on l'amène au titre exact.

(242) *Préparation de la liqueur décime salée.*

On verse 1 décilitre de liqueur normale dans un vase de la capacité de 1 litre, qu'on achève de remplir avec de l'eau distillée.

1 litre de liqueur décime peut précipiter 1 gramme d'argent;

1 centimètre cube de la même liqueur précipitera 1 milligramme d'argent.

(243) *Prise d'essai à la goutte.*

Prendre des lingots à bas titre, les fondre en présence d'une petite quantité de charbon, brasser la masse avec un bâton-cuiller en terre argileuse et couler une partie dans l'eau. La composition de la grenaille ainsi produite représente la composition moyenne de l'alliage. L'analyse se fait à la manière ordinaire.

Analyse des alliages d'or.

(244) *Essai approximatif, dit essai au touchau.*

Avec de la pratique on peut déterminer le titre d'un alliage r à moins d'un centième près. Cet essai exige l'emploi : 1° de

la pierre de touche, 2° des touchaux, 3° de l'acide pour touchaux.

L'acide, pour les touchaux, se compose de :

98 p. acide azotique de 1,340 densité (37° Baumé),
2 p. acide chlorhydrique de 1,173 densité (21° Baumé),
25 p. d'eau,

ou bien de :

123 p. acide azotique (31° Baumé),
2 p. acide chlorhydrique (21° Baumé).

On fait sur la pierre de touche 3 ou 4 touches afin de décaper l'objet avant de prendre la touche définitive, puis on compare cette dernière avec des touches faites par des touchaux dont les titres sont connus. (583, 625, 667, 708 et 750 *millièmes*).

On mouille ces diverses touches ou traces avec une baguette de verre trempée dans l'acide et on examine l'effet produit.

La trace disparaît presque subitement si elle a été faite avec du cuivre; elle résiste si le bijou est au titre de 750 millièmes ou au-dessus; dans ce cas, un linge fin passé légèrement sur la pierre n'enlève pas la trace.

La teinte verte plus ou moins foncée que prend l'acide, ainsi que l'épaisseur de la couleur de la touche ou trace d'or qui reste sur la pierre, permettent de déterminer le titre d'une manière très-approximative.

(245) *Analyse des alliages d'or.*

Avant de procéder à l'analyse exacte d'un alliage d'or, il faut connaître approximativement son titre, afin de lui faire subir l'opération de l'*inquartation*.

On l'*approxime* au moyen de la pierre de touche ou en passant à la coupelle 0gr,100 d'alliage avec 0gr,300 d'argent et 1 gramme de plomb.

Le bouton, aplati et mis en ébullition pendant quelques minutes avec 5 à 6 grammes d'acide azotique, donne un résidu d'or dont le poids indique approximativement le titre de l'alliage. Cette opération porte le nom de *départ*.

La pratique a montré que l'opération du départ, c'est-à-dire la séparation de l'argent au moyen de l'acide azotique, s'exécute d'une manière complète lorsque, dans le bouton, l'or est à l'argent dans le rapport de 1 partie d'or à 3 parties d'argent. C'est cette opération qui consiste à ajouter à l'alliage une quantité d'argent, telle, que l'or soit à l'argent dans le rapport de 1 à 3, qui porte le nom d'*inquartation*.

Le titre approximatif étant connu, soit 900 millièmes, on pèse avec exactitude 0gr,500 d'alliage, on l'introduit dans un petit morceau de papier avec la quantité voulue d'argent, soit 1gr,350.

D'autre part, on pèse le plomb nécessaire à la coupellation, soit 5 grammes de plomb et on porte dans une coupelle bien rouge ; lorsque le plomb est *découvert*, c'est-à-dire que sa surface est nette et brillante, on y ajoute l'alliage ainsi que l'argent.

On procède alors comme pour un essai d'argent, les phénomènes étant à peu près les mêmes.

Lorsque le bouton s'est figé, on l'enlève, on l'aplatit sur un tas d'acier, on le recuit, on le lamine et on le recuit une seconde fois. La lame mince roulée sur elle-même en spirale constitue le *cornet* qu'il faut soumettre à l'action de l'acide nitrique ou au *départ*.

Le cornet est introduit dans un matras d'essai avec 30 à 35 grammes d'acide nitrique à 22° Baumé, puis on fait bouillir 20 minutes environ, on décante et on ajoute de nouveau 25 à 30 grammes d'acide nitrique à 32° Baumé, on fait bouillir 10 minutes. On décante, on lave le cornet à deux reprises avec de l'eau distillée, on remplit alors entièrement d'eau le matras et on le renverse avec précaution dans un petit creuset d'argile, de manière à y faire tomber le cornet sans le briser. On décante l'eau recouvrant l'or et on porte le creuset au rouge, en ayant soin de ne pas fondre le métal.

Le poids du cornet donne le titre de l'alliage.

Lorsque l'or est à un titre élevé, il faut soumettre le cornet à trois traitements successifs par l'acide nitrique, afin d'éviter les surcharges.

Le tableau suivant peut servir de base à une table de compensation qui permettrait, au moyen d'une correction, d'obtenir toute l'exactitude que comporte la coupellation de l'or.

Titres vrais de l'or.	Titres obtenus.	Différences.	Titres vrais de l'or.	Titres obtenus.	Différences.
900	900,25	+ 0,25	400	399,50	— 0,50
800	800,50	0,50	300	299,50	0,50
700	700,00	0,00	200	199,50	0,50
600	600,00	0,00	100	99,50	0,50
500	499,50	— 0,50			

Ces résultats ont été obtenus avec des mélanges d'or et de cuivre purs et coupellés avec des quantités de plomb indiquées dans le tableau suivant :

Titres de l'or allié au cuivre.	Quantités de plomb nécessaires pour enlever le cuivre par la coupellation.	Titres de l'or allié au cuivre.	Quantités de plomb nécessaires pour enlever le cuivre par la coupellation.
1000 millièmes.	1 partie	500 millièmes.	26 parties.
900 —	10 —	400 —	34 —
800 —	16 —	300 —	
700 —	22 —	200 —	
600 —	24 —	100 —	

(246) *Analyse des lingots de doré.*

Le doré est un alliage formé d'or, d'une forte proportion d'argent et d'une petite quantité de cuivre.

L'argent sera dosé par la voie humide chaque fois que l'or n'excédera pas 200 à 300 millièmes. Il faut avoir soin de réduire l'alliage en lames très minces et de faire bouillir plusieurs fois avec l'acide nitrique concentré, avant de précipiter par le sel marin.

L'or est dosé dans une seconde prise d'essai, en passant l'alliage à la coupelle et en soumettant le bouton de retour au départ ordinaire par l'acide nitrique.

Il est également nécessaire de passer à la coupellation un *témoin*, lorsqu'on détermine l'argent par différence entre le poids du bouton de retour et celui de l'or, la présence de l'or donnant toujours une surcharge.

Enfin, si le lingot présente des indices de *rochage*, il devra être essayé à la goutte.

(247) *Analyse des alliages d'or, d'argent, de platine et de cuivre.*

L'alliage est passé à la coupelle avec du plomb, à une température supérieure à celle des essais d'argent. La perte de poids après la coupellation indique la proportion du cuivre.

L'alliage est coupellé avec addition d'argent, s'il n'en contient pas déjà une quantité suffisante.

Le bouton laminé est traité par l'acide sulfurique bouillant, qui dissout l'argent; le résidu, lavé et desséché, donne par différence l'argent.

Ce résidu, composé d'or et de platine, est passé à la coupelle avec six fois la quantité d'argent correspondant au platine. Le nouveau bouton est laminé et traité par l'acide nitrique bouillant qui dissout le platine à cause de la présence de l'argent.

Le résidu donne l'or; le platine est obtenu par différence.

Pour plus d'exactitude, cette dernière opération doit être faite une econde fois. Si le poids de l'or reste invariable, on est certain que out le platine a été enlevé.

(248) *Alliages d'étain et de plomb.*

	Sn °/₀.	Densité.	Fusion.		Sn °/₀.	Densité.	Fusion.
Sn^5Pb	76	8,046	194°	Sn^2Pb	53	8,766	196°
Sn^4Pb	69	8,195	189	SnPb	37	9.451	241
Sn^3Pb	63	8,414	186	$SnPb^2$	22	10,110	
Sn^5Pb^2	59	8,565		$SnPb^3$	16	10,410	239

(249) *Principaux alliages.*

Alliages.	Destination.	Cuivre.	Plomb.	Étain.	Divers.
Alliage d'Arcet	Pour clicher	»	31.25	18,75	Bismuth 50
	Fusible à 94° C.	»	5	3	— 8
Alliage de Wood	Fusible entre 66 et 71°	»	2	4	Cadm. 1 à 2; Bism. 7 à 8
Alliages divers	Vaisselle et robinets	»	8	92	
	Cuillers et flambeaux	»	20	80	
	Coussinets de roues — des hélices	1	»	8	Antimoine 2
Métal antifriction	»	8	»	90	— 8
Robinets	»			78,5	Antim. 19,5, Nickel 2
Métal blanc	»	»	4	16	Zinc 3
— —	»	»	3	16	— 9
Métal d'Alger	»		26	69,5	Antim. 4,5
Alliages pour	Caractères d'imprimerie	»	80		— 20
	Miroirs des télescopes	66	»	33	Arsen. traces.
	Tamtams et cymbales	80	»	20	
	Médailles	94 à 96	»	4 à 6	Zinc 1/2
	Monnaies : billion refonte 1864	95	»	4	— 1
Alliages de Budi	Adhère directement à la fonte	»	»	89	Fer 5, Nick. 6
— de Réaumur	Très-dur, fait feu au briquet	»	»	»	Ant. 70, Fer 30
— de Cooke	Décompose l'eau à l'ébullition	»	»	»	Ant. 57, Zn 43.
Polychrome	Étamage d'ustensiles de cuivre	»	»	6	Fer 1
Alliage pour	Planches à graver la musique	»	70 à 75	5	Antim. 20 à 25
Amalgames	Fusible à + 53°	»	»	»	Alliage d'Arcet 9, Merc. 1
	Étamage de miroirs courbes	»	»	4	Mercure 1

Alliages.	Destination.	Cuivre.	Zinc.	Étain.	Divers.
Rouleaux	Impression	80		16	Plomb 2; Antimoine 2
Racles	Impression (Dresde) très-élastique, peu attaqué, devient cassant par la fonte	85,8	9,8	4,9	
Racles	Impression	80,5 env.	10,5	8	
Laiton de Romilly	Travail au marteau	70	30	»	
— de Stolberg, 1[re] qual.	Ustens. de ménage, chaudières.	65,80	31,80	0,20	Plomb.. 2,20
— anglais	Travail au marteau	70 29	29,26	0,17	— .. 0,28
— de Jemmapes	Pour les tourneurs	64,60	33,70	0,20	— .. 1,50
— —	Pour la tréfilerie	64,20	35	0,40	— .. 0,40
— des doreurs	Bronzes dorés	63,70	33,55	2,50	— .. 0,25
— des horlogers	Roues de montres	60 à 66	37 à 31	1,3 à 1,4	Fer, 0,7 à 0,9
— des armuriers	Garnitures d'armes	80,00	17	3	Plomb . 0,0
Chrysocale	Faux bijoux	90,40	8	»	— .. 1,60
—	—	86 à 88	8 à 6	6	
Similor ou or de Mannheim	—	80 à 88	20 à 12	»	
Pinchbeck	—	83,33	16,67	»	
Bracelet antique (Nauenburg)	—	83,08	15,38	1,54	
Tombac ou cuivre blanc	Instruments de physique	86 à 88	14 à 12	»	
— jaune	—	88,88	5,56	5,56	
- rouge	—	91,66	8,34	»	
— plus rouge	Boutons, etc.	97	2	»	Arsenic. 1,00
Bronze	Canons français	90,10		9,90	
— des frères Keller	3 statues de Versailles (moyen[e]).	91,40	5,53	1,70	Plomb . 1,37
—	Grosses cloches	78,00		22	
— zincifère	Coussinets de machines, etc.	73,60	9,09	9,50	Plomb . 7; Fer 0,42
Alliage de Fenton	— —	5,50	80	14,50	
— très-dur	Locomotives	6,10	62,64	11,32	Plomb. 19,94

Alliages.	Destination.	Cuivre.	Zinc.	Étain.	Divers.
Alliage très-dur, proposé par Calvert et Johnson...	Locomotives..................	6,80	69 56	12,58	Plomb. 11,06
Métal de Muntz..............	Doublage de navires..........	66	34	»	
Poudre à bronzer, jaune pâle..	Pour les peintres.............	82,33	16,69	»	
Bronze de coul., jaune foncé....	—	84,50	15,30	»	Fer.... 0,16
— jaune rouge....	—	90	9,60	»	— 0,07
— jaune orangé..	—	98,93	0,73	»	— 0,20
— cuivre	—	99,90	»	»	— 0,08
— violette...... .	—	98,22	0,50	traces.	— ... traces
— verte	—	84,32	15,02	»	— 0,30
— blanche.......	—	»	2,30	96,46	— 0,03
Bronze d'aluminium..........		90			Aluminium 10

Alliages.	Cuivre.	Nickel.	Zinc.	Divers.
Packfung chinois ou toutenague..................	55	23	17	Étain 2; Fer 3.
— —	43,80	15,60	40,60	
Cuivre blanc chinois (de densité 8,432)...........	40,40	31,60	25,30	Fer 2,60
Maillechort français le plus pur...................	50	18,75	31,25	
Packfung parisien.................................	62	15	23	
—	66	19,30	13,60	
—	65	16,80	13	Étain 0,2; fer 3,4.
Alfénide.......................................	59	10	30	
Packfung allemand, pour couverts..	50	25	25	
— pour sellerie, éperons.........	57	20	20	
Maillechort fort élastique anglais.................	57,40	13	25	Fer 3,00
Alliage pour dentistes	5			Platine.... 95
Alliage, couleur et densité de l'or................	50			— 50

(250) *Alliages fusibles pour machines à vapeur.*

Bismuth.	Plomb.	Étain.	Point de fusion.	Pression en atmosphères.	Bismuth.	Plomb.	Étain.	Point de fusion.	Pression en atmosphères.
8	5	3	100°	1	8	16	12	146°	4
8	8	4	113,3	1½	8	22	24	154	5
8	8	3	123	2	8	32	36	160	6
8	10	8	130	2½	8	32	28	166	7
8	12	8	132	3	8	30	24	172	8
8	16	14	143	3½					

Plomb.	Étain.	Point de fusion.
1	3	186
1	1	241

(251) *Soudures.*

Soudures.	Cuivre.	Zinc.	Divers.
Soudures fortes: jaune peu fusible....	53,3	43,1	Étain 1,3 Plomb 0,3
demi-blanche fusible .	44,0	49,9	— 3,3 — 1,2
blanche très-fusible ..	57,4	28,0	— 14,6
— très-forte....	53,3	46,7	
Métal des cloches pour souder................	10		Étain 15,0; laiton 20
Id. pour souder le laiton...	1,5	6	Laiton 10
Argent de soudure pour alliage à $\frac{950}{1000}$.	23,33	10	Argent 66,66
Soudure des plombiers....			Étain 33; Plomb 66
— des ferblantiers .			— 50 — 50
— pour or rouge....	1		Or 5
— pour or à $\frac{250}{1000}$....	1		Argent 1, Or 4

(252) *Alliages monétaires.*

L'alliage pour billon français contient 95 pour 100 de cuivre, 4 d'étain et 1 de zinc.

L'Allemagne, la Belgique et les États-Unis emploient un alliage de 25 p. de nickel avec 75 p. de cuivre.

Les monnaies d'argent en France sont au titre de 900 millièmes avec une tolérance de 2 millièmes au-dessus et au-dessous (*pièces de 5 fr.*); les pièces de 2 fr., 1 fr., 50 cent. et 20 cent. sont au titre de 835 millièmes, avec une tolérance de 3 millièmes.

Le poids des pièces d'argent de 5 francs est fixé à 25 grammes avec une tolérance de 3 millièmes; pour les pièces de 2 et de 1 franc, dont les poids sont de 10 et 5 grammes, la tolérance est de 5 millièmes; pour les pièces de 50 centimes (poids 2gr,50), de 7 millièmes.

Les médailles renferment plus d'argent : elles sont au titre de 950 millièmes, avec la même tolérance que pour les alliages de la monnaie.

Les alliages pour orfèvrerie sont au nombre de deux. Le premier, employé pour vaisselle et argenterie, est à 950 millièmes, avec une tolérance de 5 millièmes. Ainsi un couvert qui contient 945 millièmes d'argent pur est encore dans la limite fixée par la loi.

Le deuxième est de 800 millièmes; la tolérance au-dessous est de 5 millièmes. Il n'y a pas de limites fixées pour les titres au-dessus de 950 millièmes.

Dans ces derniers temps on a proposé de substituer dans les alliages d'argent le zinc au cuivre. D'après M. Peligot, un alliage de 800 argent et 200 zinc ne noircit pas dans les dissolutions de polysulfure.

Les monnaies d'or en France sont au titre de 900 millièmes.

La loi accorde une tolérance de 1 milième, soit au-dessus, soit au-dessous; les monnaies dont les titres sont entre 899 et 901 millièmes sont par conséquent encore au titre légal.

Les pièces de	20	francs pèsent	6gr,452	(tolérance	2	millièmes).
—	10	—	3 ,226	—	2	
—	5	—	1 ,613	—	3	

Les médailles sont plus riches en or que les monnaies : le titre est 916 millièmes d'or, avec une tolérance de 2 millièmes en dessus et en dessous.

Les alliages pour la bijouterie sont au nombre de trois :

Le premier est au titre de 920 millièmes;

Le second — 840 — ;

Le troisième, qui est le plus employé, est au titre de 750 millièmes, avec une tolérance de 3 millièmes au-dessous.

La tolérance est sans limite pour les titres qui dépassent 750 millièmes.

Pour les boîtes de montre en or destinées à l'exportation, la loi a créé un quatrième titre de 583 millièmes ou 14 carats.

Les objets destinés à l'exportation peuvent être fabriqués à tous titres, mais ne reçoivent pas le poinçon de l'Etat.

Le titre de l'or s'évaluait autrefois en carats, l'or pur étant à 24 carats, et l'or à 750 millièmes à 18 carats; le carat se subdivisait en 32es. Le titre de l'argent s'évaluait en deniers, l'argent pur étant à 12 deniers, et le denier se subdivisait en 24 grains.

La valeur légale du kilogramme d'or pur, à 1000 millièmes, est fixée à 3444 fr. 44 cent., ou 3100 francs pour l'or à 900 millièmes : sur ce dernier tarif, le Trésor exerce pour les frais de fabrication une retenue de 6 fr. 70, ce qui met le kilogramme d'or pur à 3437 francs, et celui d'or à 900, à 3093 fr. 30, au tarif du change.

Ainsi la pièce de 20 francs ne vaut, au tarif de change que 19 fr. 957.

Le souverain anglais, qui pèse $7^{gr},988$ au titre de 916,66 millièmes, contient donc en métal pur $7^{gr},322$: il vaut donc au pair 25 fr. 22; mais versé aux bureaux du change de l'Hôtel des monnaies, il ne vaut que 25 fr. 15. La valeur légale du kilogramme d'argent est de 222 fr. 22 pour l'argent pur et de 200 francs pour l'argent à 900 millièmes : sur cette dernière valeur la retenue, pour frais de fabrication, est de 1 fr. 50, ce qui met la valeur, au tarif de change, de l'argent pur à 220 fr. 56, et celle de l'argent à 900, à 198 fr. 50.

Section III. — Grosse industrie chimique.

(253) *De l'échantillonnage.*

Pour les produits solides, livrés généralement à l'état pulvérulent ou en menus fragments, par chaque brouette, cuveau ou sac, on prendra au moment de la pesée, à l'aide d'une cuiller, un échantillon d'environ 1/2 kilogramme, qu'on mélangera dans un grand pot pouvant se boucher, afin d'éviter l'humidité. Le contenu de ce pot est ensuite déversé sur une table plane en pierre dure, broyé au besoin, bien mélangé, puis on procède comme pour les minerais (table 225).

Si la livraison se fait en tonneaux, soit sur chaque fût, soit sur tous les cinquièmes ou dixièmes, on perce un trou de 3 cm. de diamètre en un point de l'un des fonds, et on introduit une sonde ou cuiller, ayant la forme d'une gouttière, en fer ou en acier, entretenue très propre et sans rouille, et qu'on pousse jusqu'au centre du baril; on la fait tourner sur son axe et on retire l'échantillon moyen des différentes couches. On mélange ces différentes prises dans un bocal qu'on vide ensuite sur une grande feuille de papier; on écrase les parties agglomérées avec une spatule, puis on mélange rapidement le tout et on prend sur tous les points de la masse un peu de produit pour faire un échantillon moyen de 1 à 2 kilogrammes, lequel est encore bien mélangé et sert à remplir le flacon d'échantillon de 100 grammes au moins, en opérant comme pour le minerai (table 225) Il est essentiel d'opérer aussi vite que possible, surtout avec les substances qui s'altèrent à l'air ou absorbent l'humidité.

(254) *Préparation des liqueurs titrées.*

Les liqueurs titrées employées dans l'analyse et dans le titrage des produits chimiques sont de deux sortes : on désigne sous le nom de liqueurs *normales* celles qui renferment par litre l'équivalent du corps exprimé en grammes, en donnant au mot d'équivalent sa définition la plus large, c'est-à-dire le poids de la molécule du corps actif considéré comme monatomique : ainsi l'acide sulfurique SO^4H^2, dont le poids moléculaire est de 98, aura pour nous un équivalent de

49, pour correspondre à la potasse KOH, dont le poids moléculaire est de 56; 49 grammes d'acide sulfurique monohydraté saturent en effet 56 grammes de potasse hydratée. La liqueur normale-décime, la plus employée, renferme l'équivalent dissous dans 10 litres; on la prépare en diluant à 1 litre 100 cc. de liqueur normale. On fait quelquefois usage de liqueur normale-centime.

Les autres liqueurs titrées, dites *arbitraires*, sont préparées le plus souvent de telle sorte qu'un centimètre cube corresponde à un milligramme ou à un centigramme de l'élément dosé.

L'usage des liqueurs normales ayant prévalu dans les laboratoires et dans l'industrie, nous donnerons surtout les méthodes qui reposent sur leur emploi.

Acide normal. — Le plus employé est l'acide sulfurique.

On fait un mélange d'acide sulfurique et d'eau, d'après les tables de densité (table 82), de manière qu'un litre renferme 40 grammes d'acide sulfurique anhydre, ou un peu plus. On prend 10 cc. de cette liqueur, et on y dose l'acide sulfurique par un sel de baryum. Un simple calcul indique la quantité d'acide sulfurique ou d'eau à ajouter pour que la liqueur renferme exactement 40 grammes d'acide sulfurique par litre.

Pour la liqueur normale contenant l'acide chlorhydrique, on opère d'une manière analogue; elle doit renfermer $36^{gr},500$ d'acide chlorhydrique anhydre par litre; on en détermine le titre au moyen d'un sel d'argent, à l'état de chlorure d'argent.

La liqueur normale d'acide chlorhydrique est trop forte et perd de l'acide à l'air: il vaut mieux ne la préparer que décime ou au plus demi-normale.

On se sert rarement de l'acide nitrique normal, dont on établit le titre au moyen de l'alcali normal.

La meilleure manière de préparer les liqueurs normales est certainement de partir de l'acide oxalique normal; on dissout 63 grammes d'acide oxalique pur, en petits cristaux, volatil sans résidu, dans l'eau distillée, et on complète un litre à 15°. Il se garde à peu près indéfiniment à l'obscurité, en flacon bien fermé, et on l'emploie comme type pour préparer les liqueurs normales acides, alcalines et celles de permanganate. Il n'est pas très commode pour titrer les carbonates alcalino-terreux.

Alcali normal. — On dissout dans l'eau de la potasse à l'alcool ou de la baryte cristallisée, de manière à avoir des solutions équivalentes volume à volume avec celles des acides; ou bien on pèse exactement 53 grammes de carbonate de sodium pur et calciné, dissous dans l'eau de manière à faire un litre: cette solution est normale.

On peut aussi employer l'ammoniaque demi-normale.

Indicateurs. — Voyez section XVIII.

Mode opératoire. — Pour essayer un acide, on pèse un poids en décigrammes correspondant à son équivalent, c'est-à-dire au poids moléculaire de l'acide considéré comme monobasique; on le dissout dans 100 grammes d'eau et on prend 10 centimètres cubes de la solu-

tion; le nombre de dixièmes de centimètre cube de liqueur alcaline nécessaire pour rendre la solution neutre au tournesol donne directement la quantité pour 100 d'acide réel.

Exemples. On prend :

4gr,9 acide sulfurique ;
3gr,646 acide chlorhydrique
6gr,300 acide azotique, etc.

De même pour les alcalis on pèsera :

5gr,61 potasse caustique ;
4 grammes soude caustique ;
5gr,300 carbonate de sodium anhydre, etc.,

et l'on titrera avec la liqueur normale acide.

(255) *Liqueurs pour les analyses par oxydation et par réduction.*

La solution normale de permanganate devrait renfermer 31gr,62 de ce sel, mais, comme elle s'altère rapidement, on en prépare d'habitude une solution de 25 à 30 grammes, dont on prend le titre chaque fois au moment de s'en servir. Le titre se prend soit au moyen du fil de clavecin (226), ou du sulfate de fer et d'ammonium cristallisé, qui renferme 1/7 juste de fer et dont on dissout 1 gramme environ dans l'eau bouillie acidulée par l'acide sulfurique, ou au moyen de l'acide oxalique normal dont 1 cc. = 0gr,008 d'oxygène ou 0gr,056 de fer métallique ; à 10 cc. d'acide oxalique on ajoute assez d'acide sulfurique pur pour échauffer la solution à 50-60° et on verse le permanganate jusqu'à coloration rose persistante.

Le titre des solutions de permanganate s'exprime habituellement en fer ou en acide oxalique normal.

Dans le système des liqueurs normales, 2 molécules de fer à l'état de protosel absorbant 1 atome d'oxygène pour passer à l'état de peroxyde comptent pour un équivalent ; l'acide oxalique est exactement normal à 63 grammes par litre et est équivalent à 0gr,008 d'oxygène disponible ou absorbé par cc.

On peut garder pendant quelque temps la solution de sulfate de fer ammoniacal en l'additionnant de 5 à 10 pour 100 d'acide sulfurique et en la conservant, sous une couche de quelques centimètres de benzine ou de pétrole, dans un flacon ressemblant à une pissette ; on remplit la burette en soufflant et on bouche ensuite les tubes avec des caoutchoucs garnis de baguettes de verre.

On pèse 4gr,92 de bichromate de potassium pur, et l'on dissout dans l'eau pour faire 1 litre.

1 centimètre cube de cette solution correspond à 5 milligrammes 6 dixièmes de fer (0,0056) à l'état de sel ferreux. L'indice de la fin de la réaction est la coloration de l'iodure de potassium amidonné.

On pèse 24gr,800 d'hyposulfite de sodium cristallisé $Na^2S^2O^3 + 5H^2O$ qu'on dissout dans l'eau pour compléter 1 litre.

On pèse d'un autre côté 12gr,700 iode et environ 18 grammes iodure de potassium, et l'on dissout dans l'eau pour faire 1 litre.

10 cc. d'hyposulfite de sodium doivent correspondre à 10 cc. de la solution iodique. L'essai se fait en présence de l'amidon.

Ces solutions sont normales-décimes.

(256) *Soufre.*

Le soufre brut de Sicile peut être dosé par dissolution dans le sulfure de carbone pur, dont on prend ensuite la densité. Le sulfure doit être purifié par digestion avec de l'oxyde de mercure et du mercure, puis distillé; on pèse 50 grammes de minerai pulvérisé et on le fait digérer avec 200 grammes de sulfure de carbone dans un vase fermé, à froid; on prend ensuite la température et la densité de la solution filtrée. La table **258** donne la teneur en soufre du sulfure de carbone d'après sa densité à 15°.

De 15 à 25°, on peut ramener la densité D′ à t' à la densité D à 15° par la formule

$$D = D' + 0{,}0014\ (t - 15°).$$

Le poids du soufre ainsi trouvé, multiplié par 4, donne la teneur en soufre de l'échantillon.

En outre, on dose l'eau en desséchant pendant quelques heures à l'étuve à 100°, un échantillon grossièrement concassé de 100 grammes. Les cendres sont déterminées sur 10 grammes dans une capsule de porcelaine tarée.

On examine de même le soufre régénéré des marcs de soude.

(257) *Sulfhydrométrie.*

On ajoute à la liqueur contenant de l'acide sulfhydrique un sulfure alcalin, de l'amidon et goutte à goutte de la liqueur d'iode normale-décime jusqu'à coloration. Le nombre de centimètres cubes de liqueur employée × 0gr,0016 donne le poids de soufre.

(258) *Poids spécifiques des solutions de soufre dans le sulfure de carbone à 15° C* (MACAGNO).

Poids spéc.	Degrés Baumé.	% S	Poids spéc.	Degrés Baumé.	% S	Poids spéc.	Degrés Baumé.	% S
1,271	30,7	0	1,312	34,3	9,9	1,353	37,7	19,9
1,272	30,8	0,2	1,313	34,4	10,2	1,354	37,7	20,1
1,273	30,9	0,4	1,314	34,5	10,4	1,355	37,8	20,4
1,274	31,0	0,6	1,315	34,6	10,6	1,356	37,9	20,6
1,275	31,1	0,9	1,316	34,7	10,9	1,357	38,0	21,0
1,276	31,2	1,2	1,317	34,7	11,1	1,358	38,1	21,2
1,277	31,3	1,4	1,318	34,8	11,3	1,359	38,1	21,5
1,278	31,4	1,6	1,319	34,9	11,6	1,360	38,2	21,8
1,279	31,5	1,9	1,320	35,0	11,8	1,361	38,3	22,1
1,280	31,5	2,1	1,321	35,1	12,1	1,362	38,3	22,3
1,281	31,6	2,4	1,322	35,2	12,3	1,363	38,4	22,7
1,282	31,7	2,6	1,323	35,2	12,6	1,364	38,5	23,0
1,283	31,8	2,9	1,324	35,3	12,8	1,365	38,6	23,2
1,284	31,9	3,1	1,325	35,4	13,1	1,366	38,7	23,6
1,285	32,0	3,4	1,326	35,5	13,3	1;367	38,8	24,0
1,286	32,1	3,6	1,327	35,6	13,5	1,368	38,8	24,3
1,287	32,2	3,9	1,328	35,7	13,8	1,369	38,9	24,8
1,288	32,3	4,1	1,329	35,7	14,0	1,370	39,0	25,1
1,289	32,3	4,4	1,330	35,8	14,2	1,371	39,1	25,6
1,290	32,4	4,6	1,331	35,9	14,5	1,372	39,1	26,0
1,291	32,5	4,8	1,332	36,0	14,7	1,373	39,2	26,5
1,292	30,6	5,0	1,333	36,1	15,0	1,374	39,3	26,9
1,293	32,7	5,3	1,334	36,1	15,2	1,375	39,4	27,4
1,294	32,7	5,6	1,335	36,2	15,4	1,376	39,4	28,1
1,295	32,8	5,8	1,336	36,3	15,6	1,377	39,5	28,5
1,296	32,9	6,0	1,337	36,4	15,9	1,378	39,6	29,0
1,297	33,0	6,3	1,338	36,4	16,1	1,379	39,7	29,7
1,298	33,1	6,5	1,339	36,5	16,4	1,380	39,8	30,2
1,299	33,2	6,7	1,340	36,6	16,6	1,381	39,8	30,8
1,300	33,3	7,0	1,341	36,7	16,9	1,382	39,9	31,4
1,301	33,4	7,2	1,342	36,8	17,1	1,383	40,0	31,9
1,302	33,4	7,5	1,343	36,8	17,4	1,384	40,1	32,6
1,303	33,5	7,8	1,344	36,9	17,6	1,385	40,1	33,2
1,304	33,6	8,0	1,345	37,0	17,9	1,386	40,2	33,8
1,305	33,7	8,2	1,346	37,1	18,1	1,387	40,3	34,5
1,306	33,8	8,5	1,347	37,2	18,4	4,388	40,3	35,2
1,307	33,9	8,7	1,348	37,2	18,6	1,389	40,4	36,1
1,308	34,0	8,9	1,349	37,3	18,9	1,390	40,5	36,7
1,309	34,1	9,2	1,350	37,4	19,0	1,391	40,6	37,2
1,310	34,2	9,4	1,351	37,5	19,3			
1,311	34,2	9,7	1,352	37,6	19,6		(Saturé)	

(259) *Gaz des fours à pyrite.*

On fait arriver le gaz dans un flacon de 250 cc. de capacité, muni d'un bouchon à 3 trous, par lesquels passent un tube plongeant au fond du flacon, un entonnoir à robinet et un tube effleurant le bouchon et relié à un aspirateur en verre dont le robinet d'écoulement est au niveau de l'extrémité du premier tube. Dans le flacon on introduit 50 cc. d'eau et un peu d'iode normal-décime avec de l'amidon. On fait passer le gaz jusqu'à ce que l'iodure d'amidon soit décoloré; à ce moment on arrête l'aspiration et on introduit par l'entonnoir à robinet 10 cc. d'iode normal-décime. On fait couler l'eau en la recueillant dans l'éprouvette; on arrête dès que l'iodure est décoloré, et on lit le volume d'eau écoulé, qui correspond au volume du gaz aspiré, plus 11^cc^,14 de gaz acide sulfureux absorbé par l'iode. La quantité pour 100 d'acide sulfureux dans le gaz des fours s'obtient en divisant 1114 par le volume de l'eau écoulé, plus 11. La table ci-jointe donne le résultat.

Eau écoulée.	SO^2 °/₀.	Eau écoulée.	SO^2 °/₀.	Eau écoulée.	SO^2 °/₀.	Eau écoulée.	SO^2 °/₀.	Eau écoulée.	SO^2 °/₀
82	12	100	10	128	8	148	7	175	6
90	11	113	9	138	7,5	160	6,5	192	5,5

(260) *Essai du salpêtre et du nitrate de sodium.*

1° *Eau.* — On dessèche 10 grammes de matières à 130° au bain d'air, dans une capsule de porcelaine tarée.

2° *Matière insoluble.* — Le résidu du premier dosage est dissous dans 150 cc. d'eau; on filtre sur un filtre taré, on lave et on complète 200 cc. avec les eaux de lavage. Le filtre est séché à 100° et pesé; on a ainsi le poids de matière insoluble, organique et minérale; en calcinant, celle-ci reste seule.

3° *Chlore.* — On le dose sur 20 cc. d'après la table **261**, et on calcule en chlorure de sodium.

4° *Sulfates.* — On les dose par pesée sur 20 ou 25 cc. et on les calcule en sulfate de sodium.

La somme de ces quatre éléments, plus pour les autres impuretés 1/2 pour 100, donne le degré de réfaction du nitrate, le reste étant compté pour nitrate pur.

5° *Acide nitrique.* — Dans les cas restreints où cela est nécessaire, on peut le doser par le procédé Schlœsing.

1 cc. de bioxyde d'azote ramené à 0° et 760^{mm} = 0,003805 grammes de nitrate de sodium;

Ou par celui de Pelouze ;

On prend 1gr,500 de fil de clavecin et 30 à 40 cc. d'acide chlorhydrique pur, on dissout dans une cornue traversée par un courant d'hydrogène. Après dissolution, on ajoute par le col de la cornue une quantité de matière contenant au maximum 0,2 d'acide azotique. On fait bouillir et on dose par la liqueur normale de permanganate de potassium le fer excédant. Voy. t. 226.

Le poids du fer peroxydé $\times 0,3214 =$ Az^2O^5 contenu dans la substance ; log. du facteur $= -1,50705$.

6° On peut aussi ajouter le nitrate (0,2 à 0,3) ou 5 cc. de la solution précédente du nitrate dans un petit ballon, avec un peu de sulfate ferreux sec et d'acide chlorhydrique : on déplace l'air par un courant d'acide carbonique, on fait bouillir jusqu'à expulsion du bioxyde d'azote, on laisse refroidir dans le courant du gaz carbonique, puis on sature à peu près par du bicarbonate de sodium. On ajoute de l'iodure de potassium pur, on bouche le ballon et on chauffe au bain-marie, vers 60° pendant quelque temps; on laisse refroidir ; et sur tout ou partie du liquide dilué à 100 cc. on dose l'iode mis en liberté, en présence d'amidon, au moyen d'hyposulfite de sodium normal-décime dont 1 cc. $= 0,0018$ d'acide nitrique Az^2O^5 ou 0,00337 de nitrate de potassium, ou 0,00283 de nitrate de sodium.

Ces procédés sont applicables dans tous les cas où on a à doser des nitrates.

APPENDICE. — *Dosage des nitrites.* — Dans quelques cas il est nécessaire de doser les nitrites ou l'acide nitreux. On dilue la solution de telle sorte que, pour une partie d'acide nitreux, on ait au moins 1500 p. d'eau, on ajoute de l'acide sulfurique jusqu'à forte réaction acide, et on verse le permanganate. Quand la teinte rose disparaît difficilement, on chauffe vers 40°, et on achève le titrage : 1 cc. d'acide oxalique normal $= 0,038$ d'acide azoteux anhydre ou 0,069 de nitrite de sodium anhydre.

Si le produit renferme à la fois des nitrites et des nitrates, il faut défalquer des quantités de nitrate trouvées par les procédés indiqués le nitrite, en se basant sur ce que la molécule de nitrite donne autant de bioxyde d'azote, mais qu'elle oxyde trois fois moins de fer que celle du nitrate.

(261) *Essai du sel marin.*

L'échantillon est rendu homogène et on en broie finement une partie.

1° *Eau.* — On chauffe graduellement 5 grammes de sel dans un creuset de platine couvert, en maintenant quelques minutes au rouge faible.

2° *Chlore.* — On dissout 5gr,846 de sel dans 500 cc. d'eau, et on titre sur 25 cc.

On pèse 10^gr,797 argent pur qu'on dissout dans l'acide nitrique pur. On évapore à sec et on dissout dans l'eau pour faire 1 litre. On peut encore peser 17 grammes de nitrate d'argent pur pour 1 litre d'eau.

10 cc. correspondent à 0^gr,03546 de chlore ou à 0^gr,05846 de chlorure de sodium.

La liqueur à titrer doit être neutre : on l'additionne d'un peu de chromate de potassium et on ajoute la liqueur titrée d'argent, jusqu'à ce que le liquide prenne une teinte rouge (chromate d'argent).

Du résultat obtenu on retranche 0^cc,2, qui représentent l'argent absorbé par le chromate.

Si la liqueur était acide, on ajouterait un peu de carbonate de calcium précipité pur, dont la présence ne gêne en rien le titrage.

En doublant le nombre de centimètres cubes d'argent employés pour 25 cc. de sel, on a la quantité de chlorure de sodium pour 100.

Procédé au sulfocyanure. — Ce procédé, peu connu en France, est le seul qui permette de doser volumétriquement le chlore et l'argent en liqueur acide ; il est basé sur la précipitation de l'argent par les sulfocyanures, et la décomposition du sulfocyanure d'argent par les chlorures : l'excès de sulfocyanure est décelé par un sel ferrique. Le procédé ne s'applique pas au brome et à l'iode, dont les sels d'argent sont partiellement décomposés par le sulfocyanure.

On dissout environ 8 grammes de sulfocyanure d'ammonium dans un litre d'eau ; à 10 cc. de la solution normale-décime d'argent indiquée plus haut, on ajoute 5 cc. d'une solution à 20 pour 100 d'alun de fer pur, on étend à 150 ou 200 cc., on acidule par quelques gouttes d'acide nitrique pour rendre la solution moins colorée, enfin on verse goutte à goutte le sulfocyanure jusqu'à coloration rouge persistante ; on ramène la solution de sulfocyanure à être équivalente volume à volume avec celle d'argent. Dans ces conditions, 1 cc. de sulfocyanure = 0^gr,010797 d'argent. Ce procédé est applicable au dosage de l'argent et sert dans certains hôtels monétaires ; il est assez sensible pour permettre l'usage de liqueurs normales-centimes. Il est inapplicable en présence de mercure et de palladium, mais le cuivre ne gêne en rien la réaction.

Pour doser le chlore, à la solution on ajoute 5 cc. d'alun de fer, puis de l'acide nitrique, enfin à l'aide de la burette remplie au 0 quelques gouttes de sulfocyanure ; et au moyen d'une pipette de 5 ou 10 cc. on introduit la liqueur d'argent jusqu'à ce que la couleur rouge disparaisse ; on note le volume employé, et on dose l'excès d'argent par le sulfocyanure de la burette ; en retranchant ce volume de celui de l'argent, on calcule la différence en chlore ou chlorure de sodium.

3° *Matière insoluble.* — On fait digérer 10^gr de sel avec 250 cc. d'eau dans un becherglas ; on filtre dans un ballon jaugé de 500 cc. et on complète avec les eaux de lavage. S'il restait du sulfate de calcium non dissous, il faudrait le faire digérer avec un peu d'acide chlor-

hydrique, ou le broyer finement avec de l'eau, qu'on décanterait sur le filtre, en renouvelant cette opération jusqu'à ce que tout soit dissous. Le filtre est ensuite séché et calciné.

4° *Chaux.* — Sur 150 cc. on la dose par l'oxalate d'ammonium et l'ammoniaque; après 12 heures on filtre, on lave, on sèche et l'on calcine pendant 20 minutes sur un fort chalumeau; la chaux qui reste est pesée, et le poids multiplié par 2,4286 donne celui du sulfate de calcium correspondant. Sur 150 cc. on peut doser l'acide sulfurique en poids, et sur 100 cc. la magnésie à l'état de pyrophosphate.

Dans le sel provenant de la fabrication du salpêtre, on dose le nitrate par le procédé Schlœsing.

(262) *Essai de sulfate de sodium.*

1° On pèse 20 grammes de sulfate qu'on dissout dans 250 cc. d'eau, et sur 50 cc. équivalant à 4 grammes de sel on dose l'acidité par la soude normale, dont chaque centimètre cube équivaut alors à 1 pour 100 d'acide sulfurique anhydre.

S'il y a en présence beaucoup de fer et d'alumine, il vaut mieux ne pas ajouter de tournesol, et arrêter le titrage à l'apparition du trouble floconneux.

2° La solution ainsi neutralisée est titrée à l'argent et au chromate et on calcule en chlorure de sodium; chaque centimètre cube d'argent, dans ce cas, équivaut à 0,146 pour 100 de NaCl.

Ces essais suffisent dans l'intérieur de l'usine; pour le sulfate destiné à la vente, il convient d'ajouter les dosages suivants.

3° On détermine l'eau et la matière insoluble (260, 2°).

4° On dose la magnésie à l'état de phosphate ammoniacal; le fer sur 125 cc. de la solution indiquée plus haut, en réduisant le peroxyde par le zinc et l'acide sulfurique, dosant le protoxyde au permanganate et calculant en peroxyde : les sulfates destinés à la fabrication du verre doivent en renfermer le moins possible.

5° Enfin 25 cc. de solution sont précipités par l'ammoniaque et l'oxalate d'ammonium; on sépare par filtration le précipité, qu'on lave et qu'on calcine : du poids de chaux trouvé il faut déduire celui de l'oxyde de fer. Le liquide et les eaux de lavage sont amenés à 100 cc.; on en évapore à sec 50 cc. avec quelques gouttes d'acide sulfurique, on calcine, on humecte de carbonate d'ammonium, on calcine et l'on pèse. Du résidu on retranche le poids de sulfate de magnésium (obtenu en multipliant par 3 celui de la magnésie trouvée) et le chlorure de sodium (1 de chlorure de sodium = 1,2136 de sulfate, ou bien par chaque centimètre cube de nitrate d'argent trouvé dans l'essai on déduit 0g,00177 de sulfate de sodium) et le reste donne le sulfate de sodium contenu dans 1 gramme de matière.

Pour le sulfate provenant de la fabrication de l'acide nitrique, outre les dosages 1 et 3, on détermine l'acide nitrique d'après 260.

(262) *Essais des soudes brutes.*

A. On prend un échantillon moyen de 50 grammes, pulvérisé, qu'on fait digérer avec 450 cc. d'eau vers 45°; après quelques heures on complète 500 cc. et on laisse reposer 3 heures; on filtre.

1° On en titre 20 cc. (2gr de produit) en présence d'orangé de méthyle à froid, par l'acide chlorhydrique normal; on a la somme du carbonate, de l'oxyde et du sulfure de sodium.

2° Dans un ballon jaugé à 100 cc. on introduit 40 cc. de solution et 20 cc. de solution à 10 pour 100 de chlorure de baryum; on remplit d'eau bouillante, on agite et l'on bouche. Quand le liquide est reposé, un filtre en récoltant 50 cc. qu'on titre par l'acide chlorhydrique normal en présence de phtaléine du phénol : on a la somme du sulfure et de l'oxyde de sodium.

3° Enfin 20 cc. sont dilués à 200 environ et acidulés par l'acide acétique; on ajoute de l'empois d'amidon et de l'iode décime jusqu'à coloration bleue : 1 cc. d'iode = 0,0039 de sulfure de sodium, ou 0,195 pour 100. 1 cc. d'acide chlorhydrique normal = 0gr,031 d'oxyde, 0gr,053 de carbonate et 0gr,039 de sulfure de sodium.

4° D'autre part, on dose le chlore au sulfocyanure sur 10 cc. et les sulfates par pesée; 1gr de sulfate de baryum = 0,6094 de sulfate de sodium.

B. Dans d'autres usines, on emploie la marche suivante :

Sur 50 cc. de la solution (5 gr.), on prend le degré alcalimétrique, puis sur 50 cc. on précipite le carbonate par le chlorure de baryum et on reprend le degré.

A 50 cc. de solution on ajoute avec une burette alcalimétrique une solution de chlorure de soude à 42°, c'est-à-dire renfermant 8,4 volumes de chlore : on s'arrête quand une goutte de liquide ne colore plus en brun une goutte de solution alcaline de plomb déposée sur une soucoupe. On compte en degrés de l'alcalimètre le volume de solution employée : 1° = 0,00266 de sulfure de sodium.

Enfin les 350 cc. restants sont évaporés à sec et calcinés dans une capsule en fer : sur 5 grammes de sel obtenu, on reprend le degré alcalimétrique.

C. 1° Les *lessives brutes* doivent être prélevées et maintenues pendant l'analyse à 40°, avant leur cristallisation. On en prend la densité en degrés Baumé; puis dans une capsule de platine on en évapore 10 cc., on calcine au rouge et on pèse le résidu.

2° Sur 2 cc. mesurés exactement, on dose la somme du carbonate, de l'oxyde et du sulfure en ajoutant de l'eau froide et de l'orangé de méthyle puis titrant à l'acide chlorhydrique normal.

3° On précipite le carbonate par le chlorure de baryum, comme il est dit plus haut, sur 4 cc., et on dose le total de l'oxyde et du sul-

fure : ce dernier est dosé par l'iode sur 2 cc., et on calcule les résultats comme pour la soude brute. Avec le sulfure on dose l'hyposulfite ; l'erreur est négligeable ; on pourrait précipiter le sulfure par un sel de zinc, doser l'hyposulfite seul et le déduire.

4° Le soufre total se détermine en oxydant 5 cc. par un excès de chlorure de chaux et d'acide chlorhydrique : le liquide, qui doit sentir fortement le chlore, est chauffé à l'ébullition, filtré, et précipité par le chlorure de baryum ; on déduit la quantité de sulfate de baryum donnée par le dosage direct de l'acide sulfurique (ce qui donne le sulfate de sodium), et on calcule le reste en soufre : la différence de ce chiffre avec celui qui correspond à l'iode décime donne la moitié du soufre des hyposulfites.

5° Le chlorure de sodium est dosé par liqueur titrée (table 261).

6° On détermine la silice, l'alumine et le fer sur 100 cc. qu'on sursature par l'acide chlorhydrique ; on fait bouillir, on ajoute un excès de sel ammoniac, et d'ammoniaque qu'on chasse par l'ébullition ; on filtre, on lave à l'eau froide (qui bleuit le précipité), on calcine et on pèse le tout ensemble.

7° Enfin, pour le cyanure, on prend de 20 à 100 cc. de lessive, on acidule par l'acide chlorhydrique et on ajoute avec une burette une solution concentrée de chlorure de chaux, en agitant bien, jusqu'à ce qu'une goutte ne donne plus de tache bleue avec une goutte de perchlorure de fer pur (exempt de protosel), sur une soucoupe de porcelaine ; on chasse l'excès de chlore par la chaleur. On ajoute alors une solution normale-décime de sulfate de cuivre cristallisé (12^{gr},47 par litre) en faisant des essais à la touche avec du sulfate ferreux pur jusqu'à ce que le précipité ne soit plus bleu ou gris, mais nettement rougeâtre, en disparaissant assez vite ; par centimètre cube de sulfate de cuivre employé, on compte 0^{gr},01013 de ferrocyanure de sodium. Il est utile de titrer la solution de cuivre avec du ferrocyanure de potassium pur, oxydé comme il est dit.

Dans la plupart des usines, on se contente du degré Baumé, de l'alcali (carbonate et oxyde), de l'oxyde et du sulfure. Pour doser ce dernier, on se sert souvent du procédé suivant :

3° *b*. On dissout 27^{gr},69 d'argent fin dans l'acide nitrique pur ; on évapore à sec, on redissout avec 250 cc. d'ammoniaque et on complète un litre ; à 20 cc. de solution de soude brute, additionnée d'ammoniaque et soumise à l'ébullition, on ajoute la liqueur d'argent jusqu'à ce qu'une tâte filtrée ne donne plus qu'un léger trouble par une goutte de solution d'argent ; 1 cc. de celle-ci correspond à 1 centigramme de Na^2S.

Les sulfates se dosent aussi par un procédé volumétrique assez exact pour les sels alcalins. On dissout 122 grammes de chlorure de baryum cristallisé pour un litre d'eau, et d'autre part 73^{gr},8 de bichromate de potassium pur pour un litre. Un volume de lessive est traité à l'ébullition par un léger excès d'acide chlorhydrique ; on sursature par l'ammoniaque exempte de carbonates, et on ajoute en faisant bouillir légèrement un volume mesuré et en excès de chlo-

rure de baryum; puis, après un moment, et sans interrompre l'ébullition, on verse le bichromate jusqu'à ce que le liquide clair soit jaune; on retranche du nombre de centimètres cubes de chlorure celui du bichromate, et le reste multiplié par 0,04 donne le poids de l'acide sulfurique.

D. Les *lessives carbonatées* sont analysées comme les précédentes, sauf, bien entendu, l'alcali caustique. On détermine en outre le bicarbonate en versant dans un ballon de 100 cc., 20 cc. de lessive, 10 cc. d'ammoniaque demi-normale, exempte de carbonate, à 8gr,5 de AzH^3 nette par litre, et un excès de chlorure de baryum, complétant le volume avec de l'eau froide. Après repos on filtre 50 cc. juste, qu'on titre par l'acide chlorhydrique normal en présence d'orangé 3 : soit v le volume d'acide employé; $11 (10 - v)$ donne en milligrammes la quantité d'acide carbonique à l'état de bicarbonate dans le volume de lessive; d'autre part, le volume d'acide chlorhydrique normal employé à froid, pour 20 cc. de même lessive, et multiplié par 22, donne les milligrammes d'acide carbonique à l'état de carbonate neutre; la somme donne l'acide total.

E. *Marcs de soude.* — Il est nécessaire de prélever avec soin l'échantillon moyen et de le préserver du contact de l'air; on en pèse à l'état humide 50 grammes qu'on fait digérer une demi-heure avec 450 cc. à 40°; on complète 500 cc. et on agite. On prélève 50 cc. qu'on évapore à sec dans une capsule de porcelaine avec du carbonate d'ammonium; on calcine légèrement, on reprend par l'eau, on filtre et on titre par l'acide normal.

On peut doser le soufre en oxydant 2 grammes par le chlorure de chaux et l'acide chlorhydrique, comme nous l'avons expliqué pour les lessives brutes; on déduira l'acide sulfurique préexistant, déterminé sur 2 grammes qu'on fait bouillir avec l'acide chlorhydrique faible. On filtre, on lave à l'acide chlorhydrique faible, on sature à peu près par du carbonate de sodium et on précipite par le chlorure de baryum.

F. *Eaux mères des cristaux.* — On opère comme pour les lessives brutes.

(264) *Essai des potasses*, d'après Gay-Lussac.

Acide sulfurique à 66°................	100 grammes.
Eau distillée pour amener le volume à..	1 litre.

On pèse 48gr,07 de potasse à essayer; on dissout dans la quantité d'eau nécessaire pour faire 500 cc.

On opère sur 50 cc. de ladite solution additionnée de tournesol, et on y verse la liqueur acide au moyen d'une burette divisée en demi-centimètres cubes.

1/2 centimètre cube = 1 pour 100 de potasse K^2O dans l'échantillon : c'est le degré pondéral.

(265) *Essai d'après* Descroisilles.

La liqueur d'épreuve est la même que dans l'essai précédent.

On pèse 5 grammes de potasse que l'on dissout dans l'eau et que l'on sature en présence du tournesol, par la liqueur acide versée au moyen d'un *alcalimètre* portant 100 divisions dont chacune équivaut à 0gr,500 de liqueur d'épreuve. Le nombre de divisions indique le degré alcalimétrique.

Pour la conversion des titres, voir table **268**.

(266) *Essai des soudes.*

Pour l'essai, on pèse 31gr,63 de carbonate de sodium et on fait 500 cc. de solution. On opère exactement comme pour l'essai de potasse. On obtient ainsi la quantité de Na^2O pour 100.

L'essai alcalimétrique des soudes se pratique sur 5 grammes, comme celui des potasses.

Avec le système des liqueurs normales, on dissout 53 grammes de matière dans 1 litre d'eau, et du liquide clarifié par le repos on prend 50 cc. qu'on titre avec l'acide normal dont 1/2 cc. = 1 pour 100 de Na^2CO^3.

Pour l'analyse complète, on dose en outre le résidu insoluble, la soude caustique, le chlorure, le sulfure, le sulfite et le sulfate de sodium, d'après la table 263 et le fer d'après 226 en le réduisant par le zinc.

(267) *Analyse des potasses.*

On dessèche 10 grammes de produit sur un bec de gaz jusqu'à ce qu'il ne se dégage plus d'eau, et on détermine la perte du poids, qui est l'humidité. On dissout le résidu dans l'eau chaude, on filtre sur un filtre taré, on complète avec les eaux de lavage 500 cc.; et le filtre est desséché, incinéré et le résidu insoluble pesé. Sur 50 cc. de liqueur on détermine l'alcalinité en carbonate de potassium, par l'acide normal. Dans 50 cc. on dose le chlore, en calculant en chlorure de potassium; sur 100 cc. l'acide sulfurique (le poids de sulfate de baryum × 0,7474 donne le poids du sulfate de potassium correspondant), ou par liqueur titrée (263); enfin on dose la potasse par le chlorure de platine. La différence entre la potasse totale et la somme du sulfate et du chlorure de potassium est calculée en carbonate de potassium, et le reste de l'alcalinité est alors calculé en carbonate de sodium.

(268) *Potasse. — Conversion des titres alcalimétrique et pondéral.*

Titre pondéral en alcalimétrique.

Pondéral.	Alcalimétrique.	Pondéral.	Alcalimétrique.	Pondéral.	Alcalimétrique.
1	1,04	9	9,36	45	46,81
2	2,08	10	10,40	50	52,01
3	3,12	15	15,60	55	57,21
4	4,16	20	20,80	60	62,41
5	5,21	25	26	65	67,61
6	6,24	30	31,20	70	72,81
7	7,28	35	36,41	75	78,01
8	8,32	40	41,61	80	83,21

Alcalimétrique en pondéral.

Alcalimétrique.	Pondéral.	Alcalimétrique.	Pondéral.	Alcalimétrique.	Pondéral.
1	0,96	9	8,65	45	43,26
2	1,92	10	9,61	50	48,07
3	2,88	15	14,42	55	52,88
4	3,85	20	19,23	60	57,68
5	4,81	25	24,03	65	62,49
6	5,77	30	28,84	70	67,30
7	6,73	35	33,65	75	72,10
8	7,69	40	38,46	80	76,94

(269) *Dosage des alcalis, d'après* FRESENIUS et WILL.

Dans un appareil à doser l'acide carbonique par différence de poids, soit celui de Fresenius et Will, de Wurtz, de Geissler, ou tout autre, destiné au même but, on introduit un poids de carbonate égal à 6^{gr},285 de carbonate de potassium, 4^{gr},822, pour celui de sodium et 4^{gr},545 pour celui de calcium; on ajoute un excès d'acide dans le tube à robinet de l'appareil de Geissler, ou de l'acide sulfurique concentré dans le second ballon des autres appareils et on pèse le tout, puis on fait arriver l'acide sur le carbonate.

Quand le dégagement a cessé, on chauffe l'appareil vers 60° au bain-marie, en faisant arriver dans le ballon à décomposition de l'air sec qui entraîne l'acide carbonique et sort séché par le tube à acide sulfurique. On pèse l'appareil refroidi et la moitié du nombre de centigrammes perdus par l'appareil donne la quantité pour 100 de carbonate.

(270) *Table donnant la richesse de la soude en carbonate de sodium sec à* n °/₀ *ou à* n *degrés.*

La première colonne indique la richesse centésimale en soude Na^2O, calculée d'après l'équivalent exact ou le demi-poids moléculaire de l'oxyde de sodium, 31. Elle correspond à ce qu'en France on nomme degrés de Gay-Lussac ; c'est le degré pondéral.

La seconde colonne donne les quantités de carbonate de sodium (CO^3Na^2) qui correspondent aux quantités d'oxyde (Na^2O) de la première colonne. En Allemagne, en Russie, etc., la soude calcinée est vendue suivant sa richesse centésimale en carbonate de sodium.

La troisième colonne contient la richesse centésimale en oxyde Na^2O, d'après l'épreuve anglaise, qui est basée sur l'ancien équivalent encore usité dans le commerce de la soude ou sur le demi-poids moléculaire, 32.

La quatrième colonne donne les degrés correspondants de l'alcalimètre de Descroizilles. Ces degrés indiquent combien de parties en poids d'acide sulfurique monohydraté SO^4H^2 sont neutralisées par 100 parties de la substance essayée.

Les degrés Descroizilles s'appliquent évidemment tout aussi bien à la soude caustique qu'à la soude carbonatée. C'est ainsi que 3gr,875 de Na^2O, 5 grammes de NaHO et 6gr,625 de CO^3Na^2 présentent le même titre alcalimétrique exigeant la même quantité de SO^4H^2, soit 6gr,125 pour la saturation.

Oxyde sodique Na^2O pour 100.	Carbonate sodique CO^3Na^2 pour 100.	Degrés anglais ou Na^2O pour 100 (anc. équivalent).	Degrés français d'après Décroizilles.	Oxyde sodique Na^2O pour 100.	Carbonate sodique CO^3Na^2 pour 100.	Degrés anglais ou Na^2O pour 100 (anc. équivalent).	Degrés français d'après Décroizilles.
30,0	51,29	30,39	47,42	37,5	64,11	37,99	59,27
30,5	52,14	30,90	48,21	38,0	69,97	38,50	60,06
31,0	53,00	31,41	49,00	38,5	65,82	39,00	60,85
31,5	53,85	31,91	49,79	39,0	66,68	39,51	61,64
32,0	54,71	32,42	50,58	39,5	67,53	40,02	62,43
32,5	55,56	32,92	51,37	40,0	68,39	40,52	63,22
33,0	56,42	33,43	52,16	40,5	69,24	41,03	64,01
33,5	57,27	33,94	52,95	41,0	70,10	41,54	64,81
34,0	58,13	34,44	54,74	41,5	70,95	42,04	65,60
34,5	58,98	34,95	54,53	42,0	71,81	42,55	66,39
35,0	59,84	35,46	55,32	42,5	72,66	43,06	67,18
35,5	60,69	35,96	56,11	43,0	73,52	43,57	67,97
36,0	61,55	36,47	56,90	43,5	74,37	44,07	68,76
36,5	62,40	36,98	57,69	44,0	75,23	44,58	69,55
37,0	63,26	37,48	58,48	44,5	76,08	45,08	70,34

Oxyde sodique Na^2O pour 100.	Carbonate sodique CO^3Na^2 pour 100.	Degrés anglais ou Na^2O pour 100 (anc. équivalent).	Degrés français d'après Descroizilles.	Oxyde sodique Na^2O pour 100.	Carbonate sodique CO^3Na^2 pour 100.	Degrés anglais ou Na^2O pour 100 (anc. équivalent).	Degrés français d'après Descroizilles.
45,0	76.95	45.59	71,13	61,5	105,15	62,31	97,21
45.5	77.80	46.10	71,92	62,0	106,01	62,82	98,00
46.0	78.66	46,60	72,71	62,5	106,86	63,32	98,79
46.5	79.51	47.11	73,50	63,0	107,72	63,83	99,58
47.0	80.37	47.62	74.29	63,5	108,57	64,33	100,37
47.5	81.22	48.12	75.08	64,0	109,43	64,84	101,16
48.0	82.07	48,63	75.87	64,5	110,28	65,35	101,95
48.5	82.93	49.14	76,66	65,0	111,14	65,85	102,74
49.0	83.78	49,64	77.45	65,5	111,99	66.36	103,53
49.5	84.64	50.15	78.24	66,0	112,85	66,87	104,32
50.0	85.48	50.66	79.03	66,5	113,70	67,37	105,11
50.5	86,34	51.16	79.82	67,0	114,56	67,88	105,90
51,0	87.19	51,67	80.61	67,5	115,41	68,39	106,69
51,5	88,05	52.18	81,40	68,0	116,27	68,89	107,48
52.0	88.90	52.68	82,19	68,5	117,12	69,40	108,27
52,5	89.76	53,19	82,98	69,0	117,98	69,91	109,06
53,0	90,61	53,70	83,77	69,5	118,83	70,41	109,85
53,5	91,47	54,20	84,56	70,0	119,69	70,92	110,64
54.0	92,32	54,71	85,35	70,5	120,53	71,43	111,43
54.5	93,18	55,22	86,14	71,0	121,39	71,93	112,23
55,0	94.03	55,72	86,93	71,5	122,24	72,44	113,02
55,5	94,89	56,23	87,72	72,0	123,10	72,95	113,81
56,0	95,74	56,74	88,52	72,5	123,95	73,45	114,60
56,5	96,60	57,24	89,31	73,0	124,81	73,96	115,39
57,0	97,45	57,75	90,10	73,5	125,66	74,47	116,18
57,5	98,31	58,26	90,89	74,0	126,52	74,97	116.97
58,0	99,16	58,76	91,68	74,5	127,37	75,48	117,76
58,5	100,02	59,27	92,47	75,0	128,23	75,99	118,55
59,0	100,87	59,77	93,26	75,5	129,08	76,49	119,34
59,5	101,73	60,28	94,05	76,0	129,94	77,00	120,13
60,0	102,58	60,79	94,84	76,5	130,79	77,51	120,92
60,5	103,44	61,30	95,63	77,0	131,65	78,01	121,71
61,0	104,30	61,80	96,42	77,5	132,50	78,52	122,50

(271) *Procédé de* GRAEGER *pour la détermination de la soude dans les potasses.*

On dissout une prise d'essai de $6^{gr},911$ dans 100 centimètres cubes d'eau, on recueille et pèse les matières insolubles, on dose volumétrique-

ment dans une portion de la liqueur l'acide sulfurique et chlorhydrique combinés, on les transforme par le calcul en sels de potassium, et on conclut par différence le poids des carbonates alcalins purs.

On procède ensuite au titrage du carbonate à l'aide d'une solution normale d'acide nitrique (63gr AzO^3H par litre, correspondant, à 69gr, CO^3K^2). Le rapport des carbonates est donné par la table ci-dessous.

CO^3K^2.	CO^3Na^2.	Acide normal.	CO^3K^2.	CO^3Na^2.	Acide normal.
—	—	—	—	—	—
1gr,00	+ 0,00 exige	14cc,47	0gr,45	+ 0,55 exige	16cc,89
0 ,95	+ 0,05	14 ,69	0 ,40	+ 0,60	17 ,11
0 ,90	+ 0,10	14 ,92	0 ,35	+ 0,65	17 ,33
0 ,85	+ 0,15	14 ,14	0 ,30	+ 0,70	17 ,55
0 ,80	+ 0,20	15 ,35	0 ,25	+ 0,75	17 ,76
0 ,75	+ 0.25	15 ,57	0 ,20	+ 0,80	17 ,97
0 ,70	+ 0,30	15 ,79	0 ,15	+ 0,85	18 ,19
0 ,65	+ 0,35	16 ,01	0 ,10	+ 0,90	18 ,40
0 ,60	+ 0,40	16 ,23	0 ,05	+ 0,95	18 ,62
0 ,55	+ 0,45	16 ,45	0 ,00	+ 1,00	18 ,84
0 ,50	+ 0,50	16 ,67			

Section IV. — Manganèses, Chlorométrie et Blanchiment.

(272) *Essai du chlorure de chaux par la méthode* GAY-LUSSAC.

On pèse 10 grammes du chlorure de chaux à essayer, et on les dissout dans l'eau pour faire 1 litre.

On pèse 13gr,960 acide arsénieux vitreux et on les dissout dans HCl, puis on ajoute de l'eau pour faire 1 litre.

On bien on opère de la même façon avec 4gr,439 seulement d'acide arsénieux (chiffres de Gay-Lussac), ou 4gr,425, chiffres rectifiés.

On verse dans un verre 10 cc. de la liqueur arsénieuse avec une goutte d'indigo, et l'on ajoute la liqueur chlorée avec une burette jusqu'à décoloration. La quantité employée contenait 1 décigramme de chlore si l'on a pris la liqueur à 13gr,96 d'acide arsénieux et 10 cc. de gaz chlore si l'on a choisi l'autre.

On divisera donc 1000 (degrés français) par le nombre de centimètres cubes de liqueur à 4gr,439, ou 100 (degrés anglais) par volume employé en centimètres cubes de l'autre liqueur; le quotient sera le degré. La burette chlorométrique donne directement le degré français. Le chlorure de chaux sec marque 90 à 130°.

(273) *Méthode de* PENOT.

On pèse 10 grammes du chlorure de chaux à essayer, et on les dissout dans l'eau de façon à faire 1 litre.

On pèse $4^{gr},425$ d'acide arsénieux vitreux, qu'on dissout, au moyen du bicarbonate de sodium, dans l'eau, de façon à faire 1 litre.

On verse dans un verre 10 cc. de liqueur chlorée, puis, avec une burette, la liqueur arsénieuse jusqu'à ce qu'une goutte du liquide ne colore plus le papier ioduré ci-dessous. On peut dépasser à dessein ce terme et revenir avec une liqueur titrée d'iode, après avoir ajouté de l'amidon.

1 cc. de liqueur arsénieuse correspond à $0^{gr},00317763$ de chlore, ou 10 cc. de gaz chlore, ou à 10^0 français.

Dans le système des liqueurs normales, on pèse $7^{gr},1$ de chlorure de chaux bien mélangé, on broie avec de l'eau, on introduit la bouillie dans un matras de 1 litre, on remplit jusqu'au trait, et à 50 cc. on ajoute la solution arsenicale normale décime en essayant au papier ioduré. Le nombre de centimètres cubes employés donne le degré anglais.

La liqueur titrée se prépare en faisant bouillir $4^{gr},95$ d'acide arsénieux pur avec 10 grammes de bicarbonate de sodium et 300 cc. d'eau environ; après refroidissement on ajoute à la solution 10 grammes de bicarbonate et on complète 1 litre. Cette solution correspond volume à volume avec celle d'iode décime (table 255).

On peut aussi ajouter un volume mesuré d'arsénite, dont on titre l'excès par l'iode décime en présence d'amidon.

(274) *Préparation du papier à l'iodure de potassium, d'après* FRESENIUS.

On pèse 3 grammes d'amidon, on les délaye dans 250 cc. d'eau froide et l'on porte à l'ébullition en remuant: on ajoute ensuite 1 gramme d'iodure de potassium et 1 gramme de carbonate de sodium, puis la quantité d'eau nécessaire pour compléter 1 litre. Dans la solution on trempe du papier (non collé), on le laisse sécher et on le conserve dans un flacon fermé.

Le papier fraîchement imprégné de cette solution est plus sensible qu'après dessiccation.

(275) *Méthode de* BUNSEN.

On verse 25 cc. de la solution précédente de chlorure de chaux dans un vase à fond plat, on ajoute 2 grammes d'iodure de potassium en solution, on acidifie avec l'acide chlorhydrique et on dose l'iode mis en liberté, par l'hyposulfite de sodium titré (liqueur normale). (Voy. table 255).

(276) *Conversion des degrés chlorométriques anglais et français.*

Le degré français indique combien 1 kilogramme de chlorure de chaux donne de litres de chlore à 0° et à 760mm de pression.

Le degré anglais indique la quantité en poids de chlore actif dans 100 parties de chlorure de chaux. — C'est le degré employé en Allemagne, en Russie et en Amérique.

Degrés français	Degrés anglais.	Degrés français	Degrés anglais.	Degrés français	Degrés anglais.	Degrés français	Degrés anglais.
63	20,02	80	25,42	97	30,82	114	36,22
64	20,34	81	25,74	98	31,14	115	36,54
65	20,65	82	26,06	99	31,46	116	36,86
66	20,97	83	26,37	100	31,78	117	37,18
67	21,29	84	26,69	101	32,09	118	37,50
68	21,61	85	27,01	102	32,41	119	37,81
69	21,93	86	27,33	103	32,73	120	38,13
70	22,24	87	27,65	104	33,05	121	38,45
71	22,56	88	27,96	105	33,36	122	38,77
72	22,88	89	28,28	106	33,68	123	39,08
73	23,20	90	28,60	107	34,00	124	39,40
74	23,51	91	28,92	108	34,32	125	39,72
75	23,83	92	29,23	109	34,64	126	40,04
76	24,15	93	29,55	110	34,95	127	40,36
77	24,47	94	29,87	111	35,27	128	40,67
78	24,79	95	30,19	112	35,59		
79	25,10	96	30,51	113	35,91		

(277) *Essai de manganèse.*

On reçoit dans une solution étendue de potasse le chlore dégagé par l'action d'un certain poids de bioxyde de manganèse sur l'acide chlorhydrique, et l'on dose le chlore comme ci-dessus.

1gr,2267 MnO^2 donnent 1 gramme de chlore.

(278) *Méthode* FRESENIUS *et* WILL.

On prend 2gr,966 de peroxyde de manganèse à essayer et on l'introduit dans l'appareil Fresenius. On ajoute 7gr,500 d'oxalate neutre de potassium, on remplit l'appareil au tiers d'eau, et l'on pèse; puis l'on fait arriver l'acide sulfurique sur le manganèse.

Il se dégage de l'acide carbonique qu'on expulse en observant les précautions décrites à la table **269**. La perte de poids éprouvée par l'appareil représente le poids de l'acide carbonique dégagé. Ce poids comprend l'acide carbonique des carbonates et celui formé par oxydation de l'acide oxalique; la première quantité étant dosée à part ou dans la même opération avant l'addition de l'oxalate, on trouve par différence le poids de l'acide carbonique correspondant au peroxyde de manganèse. Le tiers de ce poids exprimé en centigrammes donne la quantité pour 100 de peroxyde de manganèse pur.

(279) *Essai des manganèses.*

1° L'eau se dose par dessiccation à 100° (120° d'après Fresenius).

2° On dose l'acide carbonique soit d'après la table 269, soit en mettant un poids déterminé, 3 à 10 grammes, de manganèse dans un ballon muni d'un tube de sûreté et relié à un système de tubes absorbants composé de : 1° un tube à chlorure de calcium (non alcalin) ; 2° un tube à pierre ponce imprégnée de sulfate de cuivre et desséchée ; 3° un tube à chlorure de calcium ; 4° un tube à chaux sodée ; 5° un tube dont la première branche est garnie de chaux sodée et l'autre de chlorure de calcium ; enfin 6° un tube pareil, mais dont le chlorure de calcium est disposé dans la première branche. On pèse les tubes 4 et 5 avant et après l'opération. On dispose en avant de l'appareil un tube pareil au n° 6, et par le tube de sûreté on fait arriver au moyen d'un entonnoir 10 à 15 cc. d'acide sulfurique faible, à 10 pour 100 ; on réunit alors le tube de sûreté au tube en U par un caoutchouc, et, à l'aide d'un aspirateur, on fait passer un lent courant d'air à travers l'appareil, en chauffant modérément le contenu du ballon. On surveille l'échauffement du tube 4 qui indique la vitesse de l'absorption. Il ne reste plus, après refroidissement complet, qu'à peser les tubes 4 et 5, dont l'augmentation de poids correspond à l'acide carbonique.

3° *Dosage du bioxyde.* — On pèse 1gr,0875 de peroxyde finement pulvérisé, on l'introduit dans un ballon dont le bouchon porte une soupape en caoutchouc. On ajoute exactement 75 cc. d'une solution renfermant par litre 100 grammes juste de sulfate ferreux et 100 grammes d'acide sulfurique, titré le jour même par rapport au permanganate demi-normal (15gr par litre). On bouche le ballon, que l'on chauffe jusqu'à ce que le dépôt ne soit plus brun. Après refroidissement, on ajoute 200 cc. d'eau et on dose le fer restant : la différence des volumes employés de permanganate demi-normal est calculée en peroxyde de manganèse, en comptant pour 1 cc., 0,02175 de peroxyde, soit 2 pour 100. Si on n'a que peu d'essais à faire, il vaut mieux dissoudre deux portions égales de 0gr,5 de fer pur (longueurs égales de fil de clavecin) dans l'acide sulfurique étendu et chaud, ajouter à l'une des solutions 0gr,5 de peroxyde de manganèse, et titrer les deux au permanganate ; la différence des volumes employés est calculée en fer métallique, par un calcul de proportion ; et pour 1 de fer on compte 0,7768 de peroxyde de manganèse.

AUTRE MÉTHODE. — On pèse 0gr,500 de peroxyde de manganèse, qu'on verse dans 25 cc. d'acide oxalique titré (table 254) ; on ajoute de l'eau, puis on acidifie fortement par l'acide sulfurique ; on chauffe pour chasser l'acide carbonique, enfin on titre l'excès d'acide oxalique par le permanganate de potassium.

1 cc. d'acide oxalique normal détruit correspond à 43mgr,5 de peroxyde de manganèse.

4° *Acide chlorhydrique consommé.* — Dans un ballon on introduit 1 gramme de peroxyde de manganèse et 10 cc. d'acide chlorhy-

drique ordinaire, servant à la fabrication du chlore, et dont on a établi le titre au préalable avec une lessive alcaline double-normale (ou plus forte). On ferme avec un bouchon de caoutchouc muni d'un tube de 8 millimètres au moins de diamètre intérieur et de 1m,50 de long; on fait bouillir et, après refroidissement, on titre le contenu du ballon avec la même lessive alcaline, en s'arrêtant quand il se forme des flocons de peroxyde de fer (inutile d'ajouter un indicateur). De la différence des titres on calcule la quantité d'acide chlorhydrique consommé.

(280) *Procédé Weldon.*

On rend la boue bien homogène par agitation, et l'on puise les volumes voulus avec des pipettes à un seul trait qu'on lave extérieurement avant d'affleurer au trait; on laisse couler et on lave l'intérieur de la pipette pour ne rien perdre.

1° *Dosage du bioxyde.* — Dans 25 cc. de fer (table **279**, 3°) titré au permanganate demi-normal, on laisse couler 10 cc. de la boue, mesurés avec les précautions indiquées; on lave l'intérieur de la pipette; l'on ajoute encore 100 cc. d'eau et on titre au permanganate demi-normal; la différence des volumes de permanganate, multipliée par 2,175, donne la teneur de peroxyde en grammes par litre. En Angleterre, on ramène en livres (453gr,5) par pied cube (28 litres, 315) : pour cela on multiplie par 0,0624 le nombre de grammes par litre.

2° *Manganèse total.* — On mesure 10 cc. de boue, qu'on fait bouillir avec de l'acide chlorhydrique concentré; quand le chlore est chassé, on sature exactement par la soude ou le marbre pilé, on fait bouillir, on ajoute par petites portions du chlorure de chaux jusqu'à ce que la liqueur se colore en rose par une trace de permanganate, qu'on détruit à l'aide de quelques gouttes d'alcool; on filtre le peroxyde formé, on le lave jusqu'à ce que l'eau de lavage ne bleuisse plus le papier à l'iodure amidonné. Le filtre et son contenu sont alors transportés dans 25 cc. de sulfate de fer (50 si le précipité brun n'est pas complètement dissous), et on titre au permanganate demi-normal ; on calcule en grammes de peroxyde de manganèse par litre (voyez 1°).

3° *Bases totales.* — On dilue 25 ou 50 cc. d'acide oxalique normal à 100 cc., on chauffe à 50°-60°, on ajoute 10 cc. de boue en agitant jusqu'à ce que le précipité soit blanc pur : on dilue à 202 cc. (dont 2 cc. pour le volume du précipité), on filtre et on titre 100 cc. de liquide clair avec la potasse normale.

Soit x et y le nombre de cc. de permanganate consommé en 1, y après l'action du peroxyde; le peroxyde correspondant consomme un volume d'acide oxalique égal à la moitié de $x-y$ pour se réduire, et à la moitié de $x-y$ pour former un sel de protoxyde (le permanganate étant demi-normal et l'acide oxalique étant normal), soit $x-y$. D'autre part, les bases ont consommé une partie de l'acide oxalique; il en reste z, équivalent à la soude dépensée; mais comme on n'a opéré que sur la moitié du liquide, il convient de doubler ce volume et de prendre $2z$. La quantité d'acide oxalique absorbée par les bases en est donc

25 (ou 50) $+ y - (x + 25)$, et on appelle base dans le procédé Weldon le rapport $\frac{2m}{x - y}$.

4° *Chlorures acides.* — On dose l'acide restant dans les solutions épuisées de chlore au moyen d'une solution de soude demi-alcalimétrique (dont 1 litre équivaut à 50 grammes d'acide sulfurique), et qu'on verse au moyen d'une burette alcalimétrique dans 10cc. de chlorure.

5° *Chlorures neutralisés.* — On en traite 25 cc., pour y doser le manganèse, comme en 2°.

Section V. — Verrerie, Céramique, Porcelaine, Poteries, Faïences.

Verres.

(281) *Verres blancs et denses.*

Cristal; densité = 3,25.		Flint-glass; densité = 3,60.	
Sable pur	300	Sable pur	300
Carbonate de potassium pur	400	Carbonate de potassium pur	150
Minium	200	Minium	300
Acide arsénieux	petites quantités	Nitre	petites quantités
Bioxyde de manganèse	petites quantités	Acide arsénieux	petites quantités
		Bioxyde de manganèse	petites quantités

(282) *Verre soluble fondu dans un creuset de terre.*

15 parties de sable, 10 parties de carbonate de potassium, 1 partie de charbon.

(283) *Verre à bouteilles;* densité = 2,75.

Sable jaune	100	Argile jaune	100
Soude naturelle	40	Rognures de verre	100
Cendres alcalines	200		

(284) *Verres blancs à base de soude.*

Verre à glaces; densité = 2,49.		Verre à vitres; densité = 2,64.	
Sable blanc	300	Sable	100
Carbonate de sodium	100	Sulfate de sodium	53 (avec charbon)
Chaux éteinte	40	Charbon	53 (avec sulfate)
Rognures de verre	300	Chaux éteinte	6
		Rognures de verre	*ad libitum.*

(285) *Verres blancs légers à base de potasse.*

Verre de Bohême; densité = 2,39.		Crown-glass; densité = 2,48.	
Quartz	100	Quartz	100
Potasse (commerce) purif.	50 à 60	Potasse	60 à 65
Chaux calcinée	15 à 20	Chaux	20 à 25
Acide arsénieux	en petites quantités	Acide arsénieux	en petites quantités
Nitre	en petites quantités	Nitre	en petites quantités

(286) *Composition des diverses argiles employées dans la fabrication des poteries.*

Provenance.	Eau hygrométrique.	Argiles séchées à 100°.						
		Eau combinée	Silice.	Alumine.	Oxyde de fer.	Chaux.	Magnésie.	Alcalis.
Arcueil	»	11,01	62,14	22,00	3,09	1,68	traces	traces
Belin	1,27	8,64	63,57	27,45	0,15	0,55	traces	»
Condé	10,87	16,48	44,50	33,00	1,91	1,34	0,60	traces
Forges-les-Eaux	»	11,00	65,00	24,00	traces	»	»	»
Hayanges	»	7,50	66,10	19,80	6,30	»	»	»
Retourne-Loup	2,27	16,96	42,00	38,96	0,85	1,04	0,17	»
Saveignies	»	»	65,00	31,00	1,00	traces	2,00	»
Strasbourg	»	12,00	66,70	18,20	1,60	»	0,60	»
Vaugirard	»	14,58	51,84	26,10	4,91	2,25	0,23	»
Helimybory	»	9,00	61,00	24,00	7,50	0,50	»	»
Devonshire	»	11,20	49,60	37,40	»	»	»	»
Stonebridge	»	17,34	45,25	28,77	7,72	0,47	»	»
Hesse	0,43	14,00	47,50	34,37	1,24	0,50	1,00	traces

(287) *Argiles, Chaux, Ciments hydrauliques et Pouzzolanes.*

Les argiles proviennent de la décomposition des feldspaths; le *kaolin*, qui peut être considéré comme le type des argiles, est un silicate d'alumine hydraté.

Les argiles sont divisées suivant leur propriété en :

Argiles plastiques donnant des pâtes très-longues et infusibles;
— smectiques, donnant des pâtes peu ductiles et fondant à la température du four à porcelaine;
— figulines, donnant des pâtes un peu grasses et plus fusibles, à cause de la chaux et de l'oxyde de fer qu'elles renferment;
— marnes, donnant des mélanges d'argiles et de carbonate de calcium, et délitables dans l'eau ;
— ocres, ou argiles colorées en rouge par l'oxyde de fer.

Les chaux cuites se divisent : En chaux grasses ou presque pures;
Chaux maigres, riches en sable quartzeux et en oxyde de fer;
Chaux hydrauliques, renfermant une certaine proportion d'argile;
Ciments ou chaux hydrauliques, contenant 30 ou 40 p. 100 d'argiles.

Les matériaux hydrauliques, lorsqu'ils sont cuits, sont de véritables silicates de chaux et d'alumine.

Terres cuites. — On désigne sous ce nom les pâtes ordinaires à texture lâche non sonore et sans glaçure.

(288) *Analyse de divers kaolins.*

Provenance.	Silice.	Alumine.	Eau.	Chaux.	Magnésie.	Potasse.	Soude.	Résidu.
Saint-Yrieix	36,25	33,35	12,00	»	2,40	»	»	16,00
Plymton (Devonshire)..	44,26	36,81	12,74	2,72		»	»	4,30
Passau	45,34	35,18	17,24	1,55		»	»	3,48
Aue...................	35,89	34,12	11,09	»	0,69	»	»	18,00
Sosa............... ..	45,07	38,15	9,69	»	1,80	»	»	5,53
Lochkarewska..........	46,75	34,98	13,70	1,25	0,48	0,29	1,34	0,95
Tong-Kong (Chine)....	50,50	33,70	11,20	»	0,80	1,90	»	1,80
Sy-Kang...............	55,3	30,3	8,2	»	0,40	1,10	2,70	2,00

(289) *Analyse des argiles.*

Nous ne nous occuperons pas de l'analyse mécanique par lévigation, ou par les tamis On pèse 3 à 4 grammes d'argile, qu'on dessèche à 120° ; on pèse et on désagrège le résidu par les acides sulfurique et fluorhydrique ; on ajoute ensuite de l'acide chlorhydrique et on fait 300 cc. Sur 100 cc. on dose par l'ammoniaque la somme de l'alumine et du peroxyde de fer; on précipite dans le liquide filtré la chaux par l'oxalate d'ammonium; puis dans le nouveau liquide la magnésie par le phosphate.

Sur 100 cc. on réduit par le zinc le fer, qu'on dose au permanganate; on retranche le peroxyde de fer correspondant du poids de fer et d'alumine trouvé d'abord, et on a l'alumine. Une troisième portion de 100 cc. est additionnée de baryte caustique; la liqueur filtrée est traitée par le carbonate d'ammonium, filtrée de nouveau, évaporée à sec; le résidu est calciné et repris par l'eau filtrée après une nouvelle addition de carbonate d'ammonium, séché, calciné et pesé; on a la somme de chlorures alcalins, dans lesquels on dose le chlore par voie volumétrique (table 261) : on en déduit le poids de potassium et de sodium. Un gramme de matière est désagrégé par 5-6 grammes de carbonate potassico-sodique dans un creuset de platine chauffé progressivement, puis à la fin sur un fort chalumeau à gaz. Après une heure, quand la fusion est tranquille, on pose le creuset sur une plaque de fer épaisse et froide, où il se refroidit rapidement, tandis que la masse fondue se détache en un seul culot. On fait digérer le tout dans un becherglas avec 100 cc. d'eau, pendant une demi-heure, on ajoute par petites portions de l'acide chlorhydrique en excès, on retire le creuset ot on le lave en faisant tomber dans le becherglas les eaux de lavage. On évapore à sec au bain-marie jusqu'à ce qu'il ne se dégage

plus de vapeurs acides. La masse refroidie est humectée d'acide chlorhydrique; après une heure de chauffe au bain-marie, on étend d'eau bouillante et on décante, après repos, sur un filtre; le dépôt de silice est repris deux ou trois fois par quelques gouttes d'acide chlorhydrique chaud, lavé, séché et calciné : c'est la silice totale.

Enfin on chauffe dans une capsule de platine vers 250° un gramme d'argile avec de l'acide sulfurique concentré pendant 12 heures, on dilue, on filtre et on lave le précipité, qu'on traite sur le filtre par une solution bouillante de carbonate de sodium contenant un peu de soude caustique, jusqu'à ce que le liquide filtré ne se trouble plus par le sel ammoniac. On lave, on sèche et on calcine le résidu qui représente le sable feldspathique et le quartz; après l'avoir pesé, on le désagrège par le carbonate mixte et on y dose la silice et la somme de l'alumine et du peroxyde de fer; ce dernier poids, multiplié par 3,51, donne la silice contenue à l'état de feldspath le reste de silice insoluble représente le quartz; enfin, en déduisant de la silice totale a silice insoluble. on a la silice de l'argile.

(290) *Essais des poteries vernissées.*

Le Comité d'Hygiène de France a prescrit la marche suivante:

Faire bouillir doucement pendant 1/2 heure dans les vases suspects du vinaigre à 6 pour 100 d'acide acétique, en remplaçant le liquide à mesure qu'il s'évapore; 50 grammes de vinaigre suffisent pour un vase d'un demi-litre. Après refroidissement, on recherchera le plomb par l'hydrogène sulfuré et l'iodure de potassium.

(291) *Analyse des ciments.*

Un échantillon de ciment est chauffé au rouge : la perte correspond à l'eau et à l'acide carbonique. Ce dernier est dosé sur une autre portion; on a l'eau par différence.

On introduit 4 à 5 grammes de ciment dans un ballon de 1 litre qu'on remplit d'eau. Après deux jours on dose la chaux et l'acide sulfurique. Si ce dernier est en forte quantité, il reste du sulfate de calcium non dissous. On dose encore les sulfates sur un autre échantillon.

On traite d'autre part 3 à 4 grammes de ciment par l'acide nitrique: on évapore à sec, on redissout dans l'eau acidulée, et on dose le fer, l'alumine, la chaux et la magnésie (qui doit être en faible proportion). Le résidu insoluble est desséché et pesé, puis repris par la potasse faible, qui dissout la silice; on lave, on sèche et l'on pèse l'argile restante: on a la silice par différence. En déduisant de la chaux totale celle qui correspond aux acides sulfurique et carbonique, le reste est compté comme combiné à la silice et à l'alumine.

Dans les pouzzolanes, on dose, sur 5 grammes attaqués par l'acide nitrique et traités de même, le fer, l'alumine, la chaux, la magnésie et les alcalis dans la partie soluble; le résidu d'argile calciné est désagrégé au rouge vif par son poids de chaux pure, et on y dose la silice et les bases, en retranchant de la chaux trouvée celle qui a été ajoutée.

Section VI. — Combustibles et Éclairage.

(292) *Données sur quelques combustibles.*

On peut admettre que 1 kilogramme de houille moyenne développe 7500 calories, et 1 kilogramme d'eau, pour se réduire en vapeur à la température de 100°, absorbe 650 calories de chaleur latente et sensible; il en résulte que 1 kilogramme de houille peut produire théoriquement $\frac{7500}{650} = 11^k,54$ de vapeur d'eau. En pratique, sous les générateurs cylindriques, avec ou sans bouilleurs, on n'obtient en moyenne de 1 kilogramme de houille que $6^k,50$ de vapeur et sous les meilleurs générateurs tubulaires 10 kilogrammes.

Le coke ne doit pas donner plus de 5 à 8 pour 100 de cendres; sa puissance calorifique par rapport à celle de la houille est comme 13 : 14.

La puissance calorifique de la tourbe ordinaire par rapport à celle de la houille est comme 1 : 2,50; celle du bois est comme 1 : 2,28; celle du coke de gaz est au coke de four comme 6 : 8. De ces chiffres on déduit qu'en moyenne, lorsque 1 kilogramme de houille évapore $6^k,50$ d'eau, 1 kilogramme de coke en vaporise $5^k,8$ à 6 kilogrammes, la tourbe $2^k,6$ et le bois $2^k,8$ d'eau.

En général, l'hectolitre de houille, mesurant $0^m,503$ de diamètre et de hauteur, pèse 78 à 80 kilogrammes; le mètre cube pèse donc $10 \times 80 = 800$ kilogrammes.

La voie ancienne mesurait 15 hectolitres et pesait 1200 kilogrammes.

L'hectolitre de coke pèse 38 à 40 kilogrammes; le mètre cube pèse donc 380 à 400 kilogrammes.

La voie ancienne pesait 600 kilogrammes.

(293) *Essai des combustibles minéraux.*

1° On dose l'*eau* en chauffant le coke pulvérisé 2 heures à 110°, le lignite et la tourbe 5 à 6 heures à 100°, la houille divisée en fragments de la grosseur d'une fève 2 heures à 105°, autant que possible à l'abri de l'air. On laisse refroidir dans l'air sec et l'on pèse le résidu.

L'échantillon moyen devra être pris aussi régulièrement que possible; on opérera sur 100 à 200 grammes pour le dosage de l'eau.

2° Pour les *cendres*, on incinère au moufle 1 à 3 grammes de combustible finement divisé, dans une capsule de porcelaine; après 2 heures, les cendres, blanches ou jaunâtres, peuvent être pesées. Pour les houilles, il importe de chauffer graduellement.

3° *Résidu de coke.* — 1 gramme de houille finement pulvérisée est pesé dans un creuset de platine de 3 centimètres au moins de hauteur, muni d'un couvercle de platine fermant bien : on le place sur un trépied

mince, le fond à 3 centimètres environ de l'orifice d'un bec ordinaire de Bunsen, dont la flamme doit avoir au moins 18 centimètres de haut. On chauffe rapidement, jusqu'à ce qu'on ne voie plus de gaz combustible se dégager du creuset (il ne faut que quelques minutes); on laisse refroidir, on pèse et on déduit les cendres (2°). Une bonne houille doit donner 60 à 70 pour 100 de coke (les houilles de forge 70 à 85 pour 100). On note également l'aspect et le volume du coke, suivant les applications.

4° On détermine l'*azote* par la chaux sodée, le *carbone* et l'*hydrogène* par combustion.

5° *Soufre*. — On mélange intimement, dans un creuset de platine, 1 gramme de combustible finement pulvérisé, 1/2 gramme de carbonate de sodium pur et anhydre, et 1 gramme de magnésie calcinée; on chauffe pendant 1 heure la partie inférieure du creuset, incliné et ouvert, en brassant avec un fil de platine. Après refroidissement, on reprend par 100 centim. cubes d'eau chaude, on lave le creuset, on ajoute de l'eau bromée en excès, on fait bouillir, on filtre, et dans le liquide réuni aux eaux de lavage, on dose l'acide sulfurique par le chlorure de baryum; on calcule en soufre. On peut doser l'acide sulfurique préexistant en faisant digérer à chaud 10 grammes de combustible avec une solution de 10 grammes de carbonate de sodium, et dosant l'acide sulfurique dans la liqueur filtrée.

6° *Phosphore*. — On incinère assez de combustible pour avoir 1 à 2 grammes de cendres, qu'on pèse; on les humecte d'acide chlorhydrique concentré; après digestion, on évapore à sec, on humecte d'acide chlorhydrique, on ajoute 200 cc. d'eau, on fait digérer au bain-marie, on filtre, on évapore à sec avec de l'acide nitrique, on reprend par l'eau acidulée avec l'acide nitrique, on filtre dans un becherglas et on précipite par le molybdate d'ammonium. Le phosphomolybdate est lavé avec une solution à 5 pour 100 d'acide nitrique et 10 pour 100 de nitrate d'ammonium. Quand les eaux de lavage ne renferment plus de fer, on lave le becherglas à l'ammoniaque, qu'on repasse ensuite sur le précipité pour le redissoudre; on dose dans l'ammoniaque filtrée à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien et l'on calcule en phosphore.

7° *Essai calorifique d'après Berthier*. — Ce procédé, bien que tout à fait inexact, est encore employé. On mêle intimement, dans un creuset de terre, 1 gramme de houille en poudre impalpable avec 40 à 50 grammes de litharge pulvérisée (ou mieux 70 à 80 grammes de céruse) ou 1 gramme de bois ou de tourbe finement divisée avec 30 grammes de litharge et 10 grammes de chlorure de plomb; on recouvre le mélange de 20 à 30 grammes de litharge ou 30 à 40 grammes de céruse. On fait fondre; on termine par un coup de feu de dix minutes pour rassembler le plomb en un culot que l'on dégage, qu'on brosse, qu'on pèse, et dont le poids en grammes, multiplié par 234, donne le nombre de calories fourni par 1 kilogramme de houille.

(294) *Analyse du mélange Laming.*

Dans un tube de 9 millimètres de diamètre intérieur et de 15 centimètres de long, étiré à la partie inférieure et garni de coton de verre ou d'amiante calcinée, on introduit 2 à 3 grammes de l'échantillon moyen. On l'épuise par six lavages successifs avec 10 cc. de sulfure de carbone pur; celui ci est distillé, les dernières portions sont évaporées et l'on sèche le soufre à 80°, puis on le pèse.

Ce soufre étant souvent souillé par des matières goudronneuses, pour doser le soufre réel qu'il contient, on en attaque 1/2 gramme environ, finement pulvérisé, dans un ballon, par de petites portions d'acide nitrique fumant très concentré, et l'on fait bouillir, on évapore presque à sec, on ajoute de l'acide chlorhydrique, on évapore pour détruire le reste de l'acide nitrique et l'on pèse à l'état de sulfate de baryum.

On peut aussi brûler le soufre par un courant d'oxygène, dans un tube à combustion garni d'amiante platinée, et recevoir le gaz dans une solution aqueuse renfermant par litre 180 grammes de potasse à l'alcool exempte de sulfates et 100 grammes de brome; le soufre (0gr,4) est pesé dans une nacelle de porcelaine, qui est pesée après l'opération et donne le poids des cendres. Le tube de 60 centimètres de long est rétréci à 50 centimètres de l'orifice, et à 5 centimètres du rétrécissement on l'étire en une pointe de 10 centimètres de long et 5 millimètres de diamètre qu'on recourbe à angle droit; on la fait passer dans le bouchon d'une des branches d'un tube de Peligot, relié lui-même à un tube pareil; chacun de ces tubes est chargé de 25 à 30 cc. d'hypobromite. A partir du rétrécissement on dispose une colonne de 25 centimètres d'amiante platinée, puis la nacelle. On fait passer un courant assez vif d'oxygène en chauffant, sur une grille à gaz, tout le tube jusqu'à la partie rétrécie. Après la combustion, on coupe le tube au rétrécissement, on lave cette partie et l'on réunit les eaux de lavage au contenu des tubes de Peligot pour y doser l'acide sulfurique, en acidulant par l'acide chlorhydrique, faisant bouillir et précipitant par le chlorure de baryum.

(295). *Détermination du pouvoir éclairant.*

On est convenu depuis 1884 de prendre pour unité de lumière blanche la lumière émise normalement par un centimètre carré de platine à son point de solidification. Cette source constitue l'*étalon Violle;* sa vingtième partie est la *bougie décimale*, unité pratique de photométrie. L'unité ancienne de France était la *Carcel*, lumière d'une lampe système Carcel brûlant 42 gr. d'huile de colza à l'heure avec une mèche dite de Phare, de 75 brins et de 23mm,5 diamètre extérieur, pesant 3gr,6 au décimètre de longueur; la mèche faisait

une saillie de 10 millimètres et l'étranglement du verre était situé à 7 millimètres au-dessus de celle-ci. Une Carcel vaut 0,481 étalon Violle. La bougie décimale étant de 0,05 Violle par définition, on voit que la bougie décimale vaut à peu près un dixième de Carcel. La bougie d'acide stéarique ordinaire — bougie longue, marque de l'Étoile, de 5 au paquet de 485 gr. — donne une intensité de 1/7 de Carcel environ, ou 0,143 Carcel, ou 0,067 Violle, ou 1,33 bougie décimale. La bougie décimale vaut donc à peu près les 3/4 d'une bougie de l'Étoile.

L'étalon allemand, *Kerze,* était une bougie de paraffine de 20 millimètres de diamètre, brûlant avec une flamme de 5 centimètres. Il valait 0,132 Carcel, ou 0,063 Violle, ou 1,26 bougie décimale.

La *Candle* anglaise, en blanc de baleine de 7/8 de pouce de diamètre, donnait une lumière très variable d'environ 0,135 Carcel, ou 0,065 Violle, ou 1,30 bougie décimale.

Le *Bec Bengel,* brûlant sous une pression de 2 à 3 millimètres d'eau 105 litres de gaz normal à l'heure (volume mesuré à la pression de 0,76), donne la lumière d'une Carcel. Pour une consommation de 100 litres, il donne 100/105 de Carcel, ou 6,66 bougies de l'Étoile, ou 0,458 Violle, ou 9,16 bougies décimales.

Le *titre* du gaz type était donc dit de 6,66 bougies (de l'Étoile); c'était le *pouvoir éclairant type.*

100 kilogr. de houille donnent 29 à 30 mètres cubes de gaz d'un pouvoir éclairant *moyen* égal au pouvoir éclairant type.

100 kilogr. de *boghead* en fournissent 40, d'un pouvoir éclairant 3,5 fois plus élevé.

100 kilogr. de *cannel coal* en donnent 33, d'un pouvoir éclairant qui est 1,70 fois celui du type.

Les *essais photométriques* se font avec le photomètre de Bunsen, c'est-à-dire avec un écran de papier blanc présentant 3 taches faites par un corps gras. On le place entre les deux sources et sur la droite qui les joint; l'écran est également éclairé sur ses deux faces quand les taches disparaissent. On les examine d'ailleurs à la fois à l'aide de deux miroirs à 45° et l'on constate qu'en inclinant légèrement le papier, la tache centrale reste invisible, tandis que les deux autres deviennent visibles, l'une en clair et l'autre en sombre.

L'éclairement étant proportionnel à l'intensité de la source et inversement proportionnel au carré de la distance de celle-ci à l'objet éclairé, l'égalité d'éclairement indique que les intensités des sources sont entre elles comme les carrés des distances, et si la somme des distances est 100, on a $i = i' \frac{d^2}{(100-d)^2}$. Connaissant l'intensité de la source de comparaison i', on aura facilement celle de la source étudiée en se servant de la table 9*b*.

On dit à volonté que l'éclairement est d'*une bougie à un mètre* ou bien d'*une bougie-mètre,* expression vicieuse, mais très usitée, pour exprimer que l'éclairement est celui que donnerait une bougie située à 1 mètre de l'objet éclairé. Il est fort différent de dire qu'un

éclairement est de 1 *bougie par mètre carré*; dans ce cas on veut exprimer que toute la lumière de la bougie serait projetée sur un mètre carré. Supposons que dans le cas précédent la surface éclairée soit de 1 mètre carré. Cette surface, située à 1 mètre de la source, interceptera environ un douzième (1/12,6) de la radiation totale; pour qu'elle reçoive une bougie par mètre carré, il faudra donc que la source vaille 12,6 bougies. La bougie par mètre carré est donc une unité 12,6 fois plus grande que la bougie à un mètre. On lit et on écrit facilement avec un éclairement de 1 bougie *par* mètre, ou 12 bougies *à* un mètre, ce qui équivaut à 3 bougies à 50 centimètres.

(296) *Fractionnement des pétroles de Bakou.*

	Densité.
Benzine.	0.725
Gazoline	0,775
Kerozène, huile à brûler.	0,837
Soliérovi, huile à graisser les laines.	0,870
Veregermi.	0.890
Huile à graisser les machines.	0,905
Huile à cylindres et valves	0,915
Huile pour cylindres de machines à vapeur.. . .	0,920
Vaseline	0,925

(297) *Densités et températures d'inflammation des huiles de pétrole et de schiste.*

Pétrole. — Densités.	S'enflamme à	Schiste. — Densités.	S'enflamme à	Pétrole. — Densités.	S'enflamme à	Schiste. — Densités.	S'enflamme à
0,685	— 21°	0,769	— 12°	0,783	+ 50	0,851	+ 86
0,700	— 19	0,791	+ 19	0,792	75	0,880	98
0,740	+ 15	0,805	35	0,805	90	Huile brute.	
0,750	17	0,814	48	0,822	110		
0,760	35	0,823	60	Pét.brut.		0,882	28
0,775	45	0,841	80	0,802	15		

Le pétrole mis en contact avec son volume d'acide sulfurique concentré ne s'échauffe que de quelques degrés, 5 à 10 au plus, tandis que, dans les mêmes conditions, le mélange de pétrole et d'huile de schiste ou de tourbe s'échauffe au contraire beaucoup plus, jusqu'à 50°.

(298) *Points d'ébullition des pétroles américains.*

	Densité.	Bout à
Éther, rhigolène..................	0,65-0,66	40-70°
Gazoline (extraction des huiles)..	0,66-0,69	70-90°
Benzine à détacher................	0,69-0,70	90-110°
Ligroïne..........................	0,70-0,73	110-120°
Essence pour vernis.............	0,73-0,76	120-170°
Photogène (essence à brûler).....	0,76-0,80	170-245°
Huile solaire (huile à brûler)....	0,80-0,83	245-310°
Huile de graissage................	0,83-0,87	310-350°
Paraffine molle, fondant à 38-52°..	0,87-0,88	350-390°
Paraffine dure, — 52-56°..	0,88-0,93	390-430°

(299) *Essai des pétroles.*

Le décret du 19 mai 1873 divise les hydrocarbures liquides en général, huiles de schiste, de goudron et de pétrole, et les essences, en deux catégories, suivant le degré d'inflammabilité :

La première catégorie comprend les essences inflammables au-dessous de 35°; la deuxième, celles qui s'enflamment à 35° et au-dessus.

Le règlement accorde une tolérance de 2°, et si on obtient 32, 33 ou 34°, on pratique deux autres essais et on prend la moyenne : le pétrole ne doit être déclaré mauvais que si la moyenne est inférieure à 33°.

L'appareil usité en France pour déterminer le degré d'inflammabilité est celui de M. Garnier.

Il a la forme d'une boîte ronde en cuivre dont le couvercle porte un thermomètre et une ouverture fermée par un petit couvercle qui laisse passer la flamme. Voici l'instruction qui accompagne l'instrument.

1° Ouvrir l'appareil, s'assurer que la mèche repose bien au bas du tube central et n'en dépasse la tête que juste pour être allumée, jamais plus de 1 millimètre; verser doucement l'huile sur le milieu de la mèche, jusqu'à ce que, débordant du porte-mèche, elle arrive à la hauteur du petit tube déversoir de côté; la quantité de liquide sera donc toujours égale.

2° Fermer le couvercle ainsi que la petite plaque supérieure, introduire le thermomètre, approcher une allumette. Si le liquide brûle (souffler dessus), ou s'il se fait une forte explosion, dans ces deux cas, le liquide renferme des essences volatiles et rentre dans la première catégorie.

3° Si ces essais n'ont rien donné, ouvrir la petite plaque et allumer la mèche, en évitant les courants d'air et sans remuer l'appareil. Quand on entend une explosion qui éteint la flamme, lire de suite le thermomètre qui donne le point d'inflammabilité des vapeurs. Le point d'ignition se trouve au moment où l'huile s'enflamme et continue à

brûler toute seule au contact d'une allumette. En outre, on prend la densité du liquide au moyen de l'éprouvette qui accompagne l'appareil : la graduation du densimètre donne le poids du litre en grammes. Le pétrole doit peser 800 et le schiste 815 pour le point d'inflammabilité de 35°.

Outre l'essai à l'acide sulfurique indiqué plus haut, on doit pratiquer le suivant :

Mélanger 5 centimètres cubes de pétrole, 2 centimètres cubes d'ammoniaque et quelques gouttes de nitrate d'argent sur une soucoupe, et allumer; le liquide ne doit pas noircir, par suite de la présence de soufre provenant de schistes bitumineux ou d'huiles de goudron à basse température, renfermant du sulfure de carbone ou du thiophène.

En Allemagne et en Angleterre, on se sert de l'appareil d'Abel. On remplit le bain-marie d'eau jusqu'à ce qu'elle s'écoule par l'ouverture pratiquée à la partie supérieure; on remplit la lampe d'huile de colza ou de navette jusqu'à l'extrémité inférieure de son bec et l'on coupe la mèche de manière à obtenir une flamme de 3mm,8 de diamètre. On dispose l'appareil à l'abri des courants d'air, on chauffe le bain-marie à 130° F., soit 54°,4, et l'on verse lentement dans le réservoir à huile, jusqu'à la marque, le pétrole, qui ne doit pas être à plus de 65° F., ou 18°,5. On ajuste alors le couvercle, on dispose le récipient à huile dans le bain-marie, on met la lampe sur ses supports, et l'on observe le thermomètre : tous les 1 ou 2 degrés on retire le tiroir et au bout de 3 secondes on le referme. Quand le mélange gazeux prend feu, on note le degré, qui est le point d'inflammabilité.

(300). *Essai des huiles minérales de graissage.*

1° Prendre la densité.

2° Point d'inflammabilité des vapeurs : on chauffe au bain de sable dans une capsule, et tous les 5° on retire du bain et on approche une allumette. L'huile ne doit pas mousser ni prendre feu au-dessous de 180° (en général vers 220°) ; la flamme doit persister.

3° Point de solidification (toujours au-dessous de 0°, d'ordinaire à — 5°).

4° Parties insolubles : 10 cc. dans 10 cc. d'éther, filtrer, laver et peser le résidu.

5° Dans un tube gradué, agiter 5 cc. de soude de densité 1,40 et 10 cc. d'huile, et chauffer au bain-marie ; la couche de soude doit être claire après 5 minutes.

6° Dans un tube gradué on met 7 1/2 cc. d'huile, on met dans de l'eau à 15° à côté d'un flacon d'acide nitrique à 1,45 de densité ; et quand la température est égale, on verse dans le tube 7 1/2 cc. d'acide ; on agite avec un thermomètre, qui ne doit pas monter de plus de 20° (sinon il y aurait des huiles de houille).

7° Opérer de même avec 10 cc. d'huile et 10 cc. d'acide sulfurique de densité 1,53; l'acide doit devenir tout au plus jaune clair.

8° Agiter avec de l'eau, qui doit rester neutre et claire, et ne pas précipiter par le tannin.

9° Essai de la consistance, comme pour les huiles.

10° Sur des lames de cuivre, fer, bronze, etc., on dépose des gouttes d'huile et on porte à l'étuve à 100° pendant 24 heures: il ne doit pas se produire d'attaque.

(301) *Le charbon de bois (1 volume) absorbe les volumes suivants des différents gaz.*

	Volumes.		Volumes.
Ammoniaque.........	90	Éthylène.............	35
Acide chlorhydrique..	85	Oxyde de carbone....	9,42
Acide sulfureux......	65	Oxygène.............	9,25
Acide sulfhydrique...	55	Azote................	7,5
Protoxyde d'azote....	45	Hydrogène carboné...	5
Acide carbonique.....	35	Hydrogène...........	1,75

Section VII. — Résines.

(302). *Détermination qualitative des résines à l'aide des dissolvants.*

1° La résine est entièrement sol. alcool.

Sol. benzine	insol. CS^2		*Benjoin.*
	sol. CS^2	résine solide............	*Colophane.*
		consistance de baume ...	*Térébenthine de Venise.*
		consistance d'onguent....	*Élémi.*
Presque insol. benzine	sol. éther		*Sandaraque.*
	insol. éther		*Gomme laque.*

2° La résine est partiellement sol. alcool.

Sol. benzine	sol. éther		*Mastic.*
	partiellement sol. éther	partiellement sol. alcool méthylique	*Dammar.*
		insol.......... ..	*Asphalte.*

Partiellement sol. benzine	sol. alcool amylique		....	*Copal d'Angola blanc fondu.*
	partiellement sol. alcool amylique	partiellement sol. ligroïne	sol. rouge .. .	*Sang-dragon.*
			sol. jaune.....	*Gomme-gutte.*
		insol. ligroïne	partiellement sol. acétone ..	*Storax.*
			presque insol. acétone.....	*Copal d'Angola rouge fondu.*

3° La résine est presque ou entièrement insol. alcool.

Sol. benzine	se distinguent par les chiffres de l'iode		*Succin fondu.* *Copal de Zanzibar fondu.*
Partiellement sol. benzine	sol. alcool amylique		*Copal d'Angola blanc.*
	partiellement sol. alcool amylique	partiellement sol. CS^2.	*Copal d'Angola rouge.*
		insol. CS^2............	*Copal de Zanzibar.*
Presque insol. benzine..........................			*Succin.*

(303) ***Réactions quantitatives pour la détermination des résines.***

On chauffe environ 1 gramme de résine avec de l'alcool à 95 pour 100 dans un appareil à reflux, on filtre et défalque le résidu. On titre avec la soude demi-normale et la phtaléine la solution alcoolique. Le nombre de milligrammes de KHO nécessaire pour saturer 1 gramme de résine en solution alcoolique est le *chiffre de l'acide.*

On fait bouillir pendant 5 minutes au réfrigérant ascendant 1 gramme de résine avec 25 cc. de potasse alcoolique demi-normale, on étend avec 100 cc. d'alcool, on fait bouillir un instant et on titre l'excès d'alcali avec l'acide chlorhydrique et la phtaléine. Le nombre de milligrammes de KHO combiné avec 1 gramme de résine donne le *chiffre de Kœttstorfer.*

On dissout 1 gramme de résine dans 50 cc. d'alcool bouillant et on opère à froid sur le liquide seul, soit sur celui-ci en présence du résidu. On ajoute de la solution alcoolique d'iode jusqu'à ce que la coloration brune soit encore nettement visible au bout de 24 heures (25 gr. I, 30 gr. $HgCl^2$, 500 cc. alcool).

On additionne alors d'assez de la solution de KI au 1/10 pour que l'eau ne produise pas de précipité et on dose l'iode en excès par l'hyposulfite. Le poids d'iode fixé par 100 parties de résine est le *chiffre de l'iode.*

(304)

Résines.	Chiffres de l'acide.	Chiffres de Kœttstorfer.	Chiffres de l'iode. avec résidu.	Chiffres de l'iode. sans résidu.
Colophane indigène	146,5 145,5	168,2 166		116,8 114,8
Sandaraque	141,4 138,7	174,4 170		66,8 63,8
Benjoin	136,3 134,1	164,7 164,5		57,4 56,6
Storax	130,6 128,5	205,6 191,0	64,7	58,6
Copal d'Angola blanc fondu	93,6 93,4	118,8 117,8	44,9	41,6
Gomme-gutte	81,2 79,4	non déterminable	70,9	70
Térébenthine de Venise	70,1 69,3	102,6 96,4		145,3 141,9
Gomme laque brune	65,1	213,3	8,3	6
— — orange	60	211,6		0
Mastic	64,5 63,6	93,8 92,3	64,4 64,2	53,2 53,1
Dammar	33 30,6	47,1 46,5	63,6 63,5	64,1 60,5
Copal d'Angola rouge fondu	30,5 30	110,7 109,8	34,8	22,3
Élémi	22,3 22	25,1 24,0		85,1 80,9
Sang-dragon	non déterminable		72,4	55,5
Copal d'Angola rouge		148 146,4		
Succin		145 144,6		
Copal d'Angola blanc		132,2 129,7		
Copal de Zanzibar		92,4 89,6		
Succin fondu	0	38,2 33,9	4,8	3,3
Copal de Zanzibar fondu	0	36,8 34,6	12,6	7,6
Asphalte	0	8,1 4,3	22,2	3,5

(305) *Vernis.*

Les vernis se divisent en trois classes :

1° Vernis à l'alcool, dont le dissolvant est formé d'alcool, d'alcool dénaturé, de méthylène, de chloroforme, d'acétone, d'éther : comme résines on emploie surtout la gomme laque, la sandaraque, l'élémi, la térébenthine, quelquefois le copal ou l'ambre fondus, et comme colorants la gomme-gutte, le sang dragon ou les couleurs d'aniline ;

2° Vernis à l'essence, formé de mastic, de galipot, de copal fondu, de dammar, dissous dans l'essence de térébenthine ; celle-ci peut-être dosée intégralement par distillation à la vapeur d'eau et mesurage de la couche ;

3° Vernis gras, formé de copal ou ambre fondus, dammar, essence de térébenthine et huile de lin cuite.

L'huile de lin cuite ou siccative a perdu de la glycérine ; l'acide linoléique s'est oxydé et on trouve un chiffre d'iode plus faible et un chiffre d'acétyle assez élevé ; elle renferme souvent du plomb ou du manganèse, suivant le siccatif employé.

L'huile de lin cuite ou siccative ne donne pas d'émulsion avec son volume d'eau de chaux, ce qui la distingue de l'huile naturelle.

On emploie encore quelquefois comme vernis une dissolution de celluloïde dans l'alcool méthylique additionné d'un éther acétique, et quelquefois d'un peu de colophane.

Section VIII. — Matières grasses.

Suifs, Savons, Huiles.

(306) *Essai des savons.*

Eau. — On pèse 10 grammes de savon dans un grand plateau à rebord, taré ; on sèche à 130-140° jusqu'à poids constant : il faut avoir soin de percer la croûte qui s'est formée au début.

Acides gras. — On pèse 100 grammes de savon, que l'on place dans une capsule avec de l'eau distillée ; on chauffe, puis on ajoute peu à peu un excès d'acide sulfurique étendu. Le savon est décomposé, les acides gras viennent surnager. Après quelques minutes d'ébullition, on enlève la capsule du feu et on la laisse refroidir dans un endroit tranquille. La couche huileuse qui surnage se solidifie : on perce alors le gâteau, on décante le liquide en évitant d'entraîner des parties solides ; on ajoute de l'eau distillée, on fait bouillir de nouveau, et on recommence jusqu'à ce que l'eau ne soit plus acide. On laisse égoutter, et on chauffe la capsule à 100 ou 110°, jusqu'à ce que la masse soit sèche, ce que l'on constate lorsque la fusion est tranquille ; on prend le poids total de la capsule et de la matière grasse ; on nettoie la capsule, on la pèse de nouveau ; la perte indique le poids de la matière grasse. En retranchant de ce poids 3,25 o/o d'eau de combi-

naison, on trouve le poids des acides gras anhydres dans le savon.

On détermine ensuite la densité de ces acides gras et leur point d'échauffement par l'acide sulfurique, qui est le même que celui des huiles correspondantes; ces acides gras donnent avec les réactifs les mêmes colorations que les huiles dont ils dérivent.

Alcalis (soude ou potasse). — On pèse dans une capsule 10 grammes de savon et on l'incinère. Le résidu étant repris par l'eau, on détermine par un essai alcalimétrique la quantité d'alcali. On parvient au même résultat en décomposant un poids donné de savon par de l'acide sulfurique titré. Au besoin, la liqueur, séparée des acides gras, est évaporée à sec; le résidu, fortement calciné, est composé de sulfate de potassium ou de sodium dont on détermine le poids. Dans les savons mous il existe habituellement de la potasse et de la soude : il faut donc dans le produit de l'incinération doser la potasse et la soude par les méthodes décrites à l'Alcalimétrie. Par le calcul on déduit la quantité d'alcali anhydre (voir table 268). On peut encore séparer les acides gras par l'acide chlorhydrique, filtrer, évaporer et calciner; on précipite par l'eau de baryte; on filtre, on ajoute du carbonate et du chlorhydrate d'ammoniaque, on filtre, on calcine, on pèse et on dose le chlore.

Glycérine. — On dissout le savon dans l'eau, on précipite la matière grasse par la plus petite quantité d'acide chlorhydrique, on filtre, on lave à l'eau acidulée, on sature par du carbonate de sodium et on évapore à une douce chaleur. On reprend le résidu par l'alcool à 92°, on filtre, on évapore la solution alcoolique dans une capsule de platine et on pèse le résidu, puis on le calcine; la différence de poids correspond à la glycérine.

Détermination des matières étrangères. — On dissout 25 grammes de savon dans de l'alcool à 90°, on fait bouillir pendant quelques minutes et on laisse reposer. Si le savon est exempt de mélange, la solution est limpide et ne présente au fond du vase qu'un résidu insignifiant, s'élevant au maximum à 1 pour 100. Si au contraire la solution alcoolique reste trouble et si on aperçoit au fond du vase un précipité, le savon est impur.

On mélange les savons avec les substances suivantes : 1° Substances minérales solubles dans l'eau : sulfate, chlorure, silicate de sodium; 2° substances minérales insolubles : craie, kaolin, sulfate de baryum, silice; 3° matières organiques : fécule, gélatine, résine, etc.

Les sels alcalins contenus dans le savon se dosent dans les cendres : le chlorure de sodium par liqueur titrée; le sulfate par pesée à l'état de sulfate de baryum, dont le poids, multiplié par 0,609, donne celui du sulfate de sodium correspondant.

Résine. — On pèse 10 grammes de savon, on dissout dans 100 gr. d'eau, et on ajoute un excès suffisant de lessive de soude; le précipité est lavé sur un filtre avec une solution de soude, et mis à part. Les liqueurs sont saturées par l'acide sulfurique étendu, la résine recueillie sur un filtre taré, et le liquide saturé par du carbonate de sodium, évaporé à sec, et le résidu repris par l'alcool, qu'on distille : le résidu

composé de glycérine et de matières résinoïdes est repris par l'eau, qui laisse ces dernières.

Le savon précipité est redissous dans l'eau bouillante et traité par le chlorure de baryum ; les sels insolubles sont récoltés sur un filtre, lavés, séchés à 100° et traités par l'éther, qui dissout le résinate. On évapore et on traite par l'acide chlorhydrique, qui sépare la résine. Toutes ces parties résineuses sont réunies, séchées et pesées.

On peut aussi peser 10 grammes de savon, le dessécher à l'étuve, et l'épuiser, dans un petit appareil à épuisement, par l'éther sulfurique, qu'on évapore ensuite au bain-marie dans une capsule tarée : la résine reste comme résidu et est pesée.

La résine augmente considérablement la densité des acides gras et leur degré d'échauffement par l'acide sulfurique.

Huile de coco. — Les acides gras obtenus en additionnant d'acide chlorhydrique une solution de savon fabriqué d'après l'ancien procédé fondent vers 45°, ceux des savons fabriqués par la *méthode vive* fondent vers 30° : la présence de l'huile de coco abaisse leur poids de fusion à 23 ou 24°.

Alcali libre. — On ajoute à 100 grammes de savon, dans une capsule, 100 à 150 cc d'eau salée à 18° Baumé ; on fait bouillir. Quand le savon est bien fondu, on laisse refroidir, et on sépare le savon surnageant ; on dose par l'acide normal l'alcali libre qui reste dissous dans la solution salée et filtrée.

Enfin, pour reconnaître si les matières grasses contenues dans le savon sont parfaitement saponifiées, on précipite la solution par du chlorure de calcium, et on épuise le précipité calcaire par l'éther ou le sulfure de carbone. Ou mieux on additionne le savon de sable, on le sèche et on épuise directement, dans une petite allonge, le mélange par le sulfure de carbone. Dans les deux cas, l'évaporation de l'éther ou du sulfure de carbone laisse pour résidu la matière grasse.

(307) *Analyses de savons purs.*

A. *Savons liquidés.*

	Blanc parfumé.	Olives pures.	Olives et arachides.	Blanc mousseux.	Acide oléiq. de suif.	Jaune, huile de palme	Vert, huile de pulpe.
Eau %	9	33,50	34	30	33,50	33	32
Acides anhydres	79,55	59,40	58,90	61,90	59,50	59,60	60,30
Soude	9,55	6,48	6,65	7,42	6,48	7,08	6,70
Sels divers solubles	0,75 (1)	0,42	0,45	0,68	0,52	0,32	1
Rapport de l'alcali aux acides gras	12	11,25	11,31	12	10,90	11,75	11,10

1. La différence 1,15 est formée par la matière colorante et le parfum.

B. *Savons marbrés.*

	Bleu pâle.	Bleu vif.	Analyse des savons de potasse.	
Eau %..........	34	32,50	Eau %............	45
Acides anhydres...	54,50	55,75	Acides anhydres....	44
Soude combinée...	6,35	6,30	Potasse combinée...	8
Carbonate de sodium	0,30	0,40	— libre.......	1
Sels solubles.......	2,20	2,35	Sels divers.........	0,90
Glycérine.........	2,30	1,85	Matières organiques.	1,10
Fer, alumine, chaux.	0,35	0,65		
Rapport de l'alcali total aux acid. gras.	12,20	12,35		

(308) *Essai des suifs.*

1° Peser 50 grammes de suif.
2° Les faire fondre et chauffer à 125°.
3° Mesurer 40 cc. de soude caustique (à 36° Baumé).
4° Mesurer 25 cc. d'alcool à 40°.
5° Mêler les deux liquides dans une fiole.
6° Verser ce mélange sur le suif chaud.
7° Agiter sans cesse jusqu'à ce que le savon se solidifie.
8° Verser sur le savon 1 litre d'eau.
9° Faire bouillir le tout pendant 45 minutes.
10° Décomposer par l'acide sulfurique étendu.
11° Enlever l'eau à la pipette.
12° Couler la matière grasse dans un petit plateau.
13° Vérifier la cristallisation.

L'acide gras obtenu, on l'introduit dans un tube à essai de 10 à 12 centimètres de longueur sur 1 centimètre et demi à 2 centimètres de diamètre; il faut faire fondre assez de substance pour remplir le tube aux deux tiers et opérer cette fusion au bain-marie.

Le tube contenant la matière liquéfiée est placé dans un flacon muni d'un bouchon percé donnant passage au tube à essai. On plonge alors dans la matière grasse un thermomètre très exact, dont chaque degré est divisé en dixièmes de degré.

La cristallisation ayant gagné le tour du tube, l'opérateur agite légèrement l'acide gras en imprimant au thermomètre un mouvement circulaire 3 fois à droite, 3 fois à gauche.

Si l'on a pris note du degré que marquait le thermomètre avant l'agitation, on remarquera, après celle-ci, que le mercure est descendu de plusieurs fractions de degré, puis a remonté rapidement au-dessus du premier point noté, pour y rester stationnaire au moins 2 minutes. C'est ce dernier degré qui est pris pour titre du suif.

Le titre du suif étant connu, on peut évaluer approximativement les proportions des acides solides et de l'acide liquide à l'aide du tableau suivant, dressé par Chevreul, au moyen de mélanges à proportions déterminées d'acide margarique et d'acide oléique (t. **310**).

Nous allons également faire connaître les nombres obtenus par MM. Dalican et F. Jean, en mélangeant l'acide stéarique type du commerce, dont le point de solidification est 55°,4, et l'acide oléique complètement débarrassé de l'acide margarique par un repos prolongé et par filtration (table **309**).

Pour déterminer les impuretés contenues dans les suifs ordinaires, on dissout un poids connu de suif dans l'éther ou le sulfure de carbone, on recueille sur un filtre taré, qu'on lave à l'éther, et on pèse.

Les suifs ordinaires contiennent 0,5 pour 100 d'impuretés (tissus cellulaires, débris de membranes). Les suifs d'os, outre les matières gélatineuses, renferment du carbonate et du phosphate de calcium combinés à des matières grasses. Elles peuvent s'élever de 5 à 20 p. 100.

Dans le commerce des corps gras, les bulletins d'essai des suifs indiquent l'humidité, les impuretés et le titre, c'est-à-dire la température de solidification des acides gras obtenus. A l'aide des tables **310** et **309** on se rend compte de la proportion d'acides solides qu'on peut retirer des échantillons examinés.

L'humidité est dosée sur 50 grammes, qu'on chauffe à 110-115° jusqu'à ce que les crépitations aient cessé ; on fait refroidir dans l'exsiccateur et on pèse.

(309) *Tableau indiquant pour chaque degré du thermomètre la quantité d'acide stéarique et oléique contenue dans un suif (défalcation faite de 4 pour 100 pour la glycérine et de 1 pour 100 pour humidité et impuretés).* (Dalican et Jean.)

Points de fusion.	Quantité °/o d'acide stéarique.	Quantité °/o d'acide oléique.	Points de fusion	Quantité °/o d'acide stéarique.	Quantité °/o d'acide oléique.
40	35,15	59,85	45,5	52,25	42,75
40,5	36,10	58,90	46	53,20	41,80
41	38	57	46,5	55,10	39,90
41,5	38,95	56,05	47	57,95	37,05
42	39,90	55,10	47,5	58,90	36,10
42,5	42,75	52,25	48	61,75	33,25
43	43,70	51,30	48,5	66,50	28,50
43,5	44,65	50,35	49	71,25	23,75
44	47,50	47,50	49,5	72,20	22,80
44,5	49,50	45,60	50	75,05	19,95
45	51,30	43,70			

(310) *Tableau permettant (le titre d'un suif étant connu) de déterminer approximativement les proportions des acides solides et liquides* (CHEVREUL).

Acide oléique.	Acide concret.	Se trouble à	Se fige à	Acide oléique.	Acide concret.	Points de fusion.	Acide oléique.	Acide concret.	Points de fusion.	Acide oléique.	Acide concret.	Points de fusion.
99	1	+2°	0°	74	26	35°,5	49	51	44°,3	24	76	49°,5
98	2	7	+2	73	27	36	48	52	44,5	23	77	49,8
97	3	7	3	72	28	36,5	47	53	45	22	78	50
96	4	7,5	5	71	29	37	46	54	45	21	79	50
95	5	9,5	7	70	30	37,5	45	55	45,7	20	80	50,2
94	6	11	8	69	31	38	44	56	46	19	81	50,3
93	7	15	9	68	32	38,5	43	57	46,3	18	82	50,7
92	8	15	10	67	33	38,7	42	58	46,5	17	83	51
91	9	16	14	66	34	39	41	59	46,5	16	84	51,5
90	10	21	17	65	35	39,5	40	60	46,7	15	85	51,8
89	11	25	18	64	36	39,7	39	61	47	14	86	52
88	12	26	21	63	37	40	38	62	47,7	13	87	52
87	13	26	24	62	38	40	37	63	47,7	12	88	52,5
86	14	27	25,5	61	39	41	36	64	47,8	11	89	52,5
85	15	28	26,5(1)	60	40	41	35	65	48	10	90	53
84	16	30	27,5	59	41	41,7	34	66	48	9	91	53
83	17	30	28,5	58	42	42	33	67	48,2	8	92	53,2
82	18	32	29,5	57	43	42	32	68	48,3	7	93	54
81	19	32	30,5	56	44	42,2	31	69	48,5	6	94	54
80	20	32,5	31,5	55	45	42,5	30	70	48,5	5	95	54
79	21	35	32	54	46	43	29	71	48,5	4	96	54,2
78	22	35	33	53	47	43,5	28	72	48,5	3	97	54,7
77	23	36	34	52	48	43,7	27	73	48,7	2	98	55
76	24	36	34,5	51	49	44	26	74	49,2	1	99	55
75	25	36,5	35,5	50	50	44	25	75	49,5			

1. A partir de ce nombre les degrés sont des points de fusion.

(311) *Méthodes d'essai des huiles.*

Densité. — La densité des huiles se détermine soit par la méthode du flacon ou du flotteur (table 47), soit au densimètre ou à l'aréomètre thermique de Pinchon, soit le plus souvent au moyen de la balance de Mohr-Westphal, dont le flotteur pèse 10 grammes et a le volume de 5 cc.

On doit en tous cas prendre note de la température de l'huile et ramener la densité à 15° d'après la formule

$$D = d + 0{,}00064\,(t^0 - 15).$$

Le coefficient 0,00064 est la moyenne de ceux qui correspondent aux diverses huiles, comme le montre la table 313.

(312) *Tableau des huiles commerciales.*

	Densité à 15° (eau à + 4°).	Solidification des acides gras.	Hübl.	Échauffement sulfurique.
Abricots	9185	liq.	100	46
Amandes douces	9183	5	99	53
Arachides	917—921	31	98	44
Baleine	926—931	liq.	81	75
Cachalot	875—884	liq.	84	
Cameline	925	liq.	133	56
Chènevis	925	19	127	98
Colza	9142	18	100	50
Coton	923—928	35	109	55
Faîne	9205	17	104	65
Foie de morue	923—930		125	90
Lin	932—935	21	156	133
Moutarde	918	15	96	44
Navette	9151	17	103	57
Noisette	917	22	88	38
Noix	926	16	140	101
Noyaux d'olives	921		82	
Olives	916	24	83	42
Pavot œillette	924—925	16,5	131	86
Phoque	915—930		91	
Ricin	965	3	83	47
Sésame	921—923	23	105	68

(313) *Coefficients pour la dilatation des huiles.*

Olives	0,000640	Abricots	0,000696
Amandes douces	0,000695	Colza	0,000687
Sésame	0,000624	Ricin	0,000653
Arachides	0,000655	Lin	0,000649
Coton	0,000629	Œillette	0,000685
Noisette	0,000620	Chènevis	0,000626

(314) *Densité de quelques autres huiles commerciales.*

Acajou	9160	Maïs	9125
Aleurites moluccana	923	Marron d'Inde	923
Anda (Brésil)	927	Morse	925
Aouara	957	Niger	924—927
Argémone	919	Noix du Brésil	9185
Ben	912	Noyaux de cerises	9184
Bancoul à froid	923	Pavot cornu	9135
— à chaud	913	Pêcher	923
Canari	919	Pépins de raisins	956—920
Coloquinte	920	— de pommes	9134
Cresson alénois	924	Pieds de cheval	913—916
Croton	940—955	Pieds de mouton	914—917
Curcas	915	Pignon d'Inde	915—919
Dauphin	918	Pin	931
Epicea	925	Raifort	9175
Epurge	926	Ravenelle	9175
Foie de raie	928	Ravison	920
Foie de merlan	927	Rorqual	915
Fusain	937	Rorqual à rostre	905
Graine de concombre	923	Rutabaga	919
Hickory	9245	Sapin	929
Julienne	928	Spermaceti liquide	910
Korung	945	Thé	914
Lallemantia iberica	930—933	Tournesol	926
Lentisque	931	Oléine neutre	9145
Madia	928—935	Acide oléique de distillation	891—897
Marsouin	926	Acide oléique de saponification	9025
Menhaden	932		

Ces chiffres varient un peu, suivant que les huiles sont obtenues à froid ou à chaud, et épurées ou non.

Pour les graisses solides, la détermination se fait d'ordinaire au densimètre à la température du bain-marie : les indications de cet instrument n'ont plus alors qu'une valeur relative.

Solubilité dans l'alcool. — L'huile de ricin se mélange en toutes proportions; les huiles de croton et de noyaux d'olives se dissolvent abondamment.

Les autres huiles sont peu solubles dans l'alcool. Il en est de même des graisses solides, sauf l'huile de coco.

Spectres d'absorption. — On observe les bandes de la chlorophylle avec l'huile d'olive (très prononcé, voyez table **366**, courbe 43), moins avec celles de noix, de chènevis, de lin, d'œillette, et légèrement avec celle de sésame.

Les huiles de coton, d'arachide et d'œillette donnent des bandes dans le bleu et le violet.

Pouvoir rotatoire. — La plupart des huiles ont une légère action sur la lumière polarisée : au tube de 20 centimètres de long et au polarimètre de Laurent, lumière du sodium, les plus actives sont (en degrés saccharimétriques) :

Huile de sésame...	+ 3 à 9	Huile de ricin......	+43
— navette...	+10	— croton....	+46
— moutarde.	+ 3	— cameline..	— 2,3

Comme huiles légèrement lévogyres, citons celles d'abricots, d'arachides, de lin, d'amandes, de ravison, de colza, de coton.

Point de solidification des acides gras. — Celui des huiles est beaucoup moins régulier.

On opère comme il est dit table **308** pour l'essai des suifs.

Si les acides surnageants restent liquides, on siphonne la couche aqueuse inférieure en inclinant la capsule pour enlever le plus d'eau possible et on filtre les acides à chaud.

Acidité. — Dans un ballon on agite 10 grammes de corps gras pesé liquide, avec 30 à 40 cc. d'alcool à 90 pour 100, et on titre à la potasse normale-décime en présence de phtaléine du phénol.

On compte par centimètre cube employé 0,282 grammes d'acide oléique par 100 grammes d'huile. On calcule aussi quelquefois en potasse KHO par 100 grammes d'huile.

On exprime aussi l'acidité en *chiffres de Bürstynn*, qui est le nombre de cent. cubes de potasse normale pour 100 cc. d'huile.

Pour les huiles de colza destinées à l'éclairage et les huiles d'olive alimentaires, on admet comme limite du chiffre de Bürstynn 7 cc.

Voici quelques données, en milligrammes de potasse par gramme de graisse :

Cire de myrica......	3	Huile de palme.....	12
— du Japon.......	20	— de palmiste...	3—13
Beurre de cacao......	1—2,3		

Nombre de saponification. — Dans un litre d'alcool on dissout 30 à 40 grammes de potasse caustique, ou plutôt on verse en agitant, dans un litre d'alcool très concentré et rectifié, 75 cc. de lessive de potasse à 45° Baumé, ou 90 cc. de lessive à 36° Baumé : on laisse déposer et on filtre dans un flacon à col droit bouché au caoutchouc. Il est inutile de préparer plus de solution alcaline qu'il n'en faut pour la série d'essais, car elle ne se garde pas bien. D'autre part, il faut de l'acide chlorhydrique exactement demi-normal (table **254**).

Dans un ballon de 125 cc. on pèse exactement de 3 à 5 grammes de graisse et on ajoute 25 à 50 cc. de potasse alcoolique ; de plus on prépare un ballon témoin renfermant de la potasse seule, un volume égal. On fait chauffer toute la série en même temps au bain-marie jusqu'à limpidité complète, puis encore un quart d'heure, en couvrant les orifices des ballons avec de petits verres de montre. On ajoute ensuite 2 à 3 gouttes de phtaléine du phénol à chaque ballon et on titre le contenu à l'acide chlorhydrique. La différence entre le ballon témoin et celui à la graisse est calculée en potasse ; les volumes de lessive alcaline étant égaux, la différence est la potasse employée par le corps gras : pour 1 cc. d'acide, on compte 0,02805 grammes de KHO ; on ramène par le calcul à 1 gramme de graisse et on a le nombre de milligrammes de potasse KHO consommé par 1 gramme de graisse, qui est appelé couramment *chiffre de Kœttstorfer*.

En retranchant du chiffre de Kœttstorfer le nombre de milligrammes de potasse employé à saturer l'acidité de 1 gramme de graisse, on a le *chiffre d'éther*, employé quelquefois.

Voici les chiffres de Kœttstorfer correspondant aux acides gras et à leurs dérivés triglycériques :

Acide butyrique.......	636,3	Butyrine	556,0
— caproïque.......	482,8	Caproïne.............	437,8
— caprique........	325,0	Caprine	304,3
— laurique	280,0	Laurine.............	263,2
— linoléique.......	200,0	Linoléine	191,2
— margarique.......	207,4	Margarine...........	199,0
— myristique.......	245,5	Myristine............	232,6
— oléique	198,6	Oléine.............	190,0
— palmitique......	218,7	Palmitine	208,4
— ricinoléique	188,0	Ricinoléine...........	180,2
— stéarique........	197,1	Stéarine	188,7

Les huiles donnent de 190 à 200; citons comme exceptions :

Huile de colza.....	177—178	Huile de foie de morue brune..	180—200
— curcas ...	230—231	— navette....	177—178
— Lallemantia iberica.	184—185	— ravison....	176—176
— ravenelle..	177—178	— ricin......	201—203
— cachalot...	132	— phoque....	180—195
— foie de morue médicinale...	175—180	— rabette....	177—179

Acides volatils. — On pèse dans une petite capsule 5 grammes de graisse purifiée par filtration et dessiccation, et on verse dessus 50 cc. d'un mélange de 15 cc. de lessive de potasse à 45° Baumé et 300 cc. d'alcool à 75 pour 100; on chauffe au bain-marie jusqu'à siccité; on fait passer le savon dans un ballon à distiller et on lave la capsule avec 100 cc. d'eau bouillante, qu'on décante dans le ballon. Après dissolution du savon dans cette eau, on ajoute 40 cc. de solution à 10 pour 100 d'acide phosphorique et quelques fragments de pierre ponce, puis on distille de manière à recueillir exactement 110 cc. de produit en 35 à 40 minutes. On filtre en recueillant 100 cc. qu'on titre à la potasse normale-décime en présence de phtaléine du phénol. Le nombre de centimètres cubes consommé, augmenté d'un dixième, est appelé *chiffre de Reichert-Meissl* et doit être déterminé en suivant exactement les prescriptions précédentes; il est bon également de faire une fois pour toutes un essai à blanc, car les impuretés de l'alcool et l'acide carbonique ont une influence sur les résultats et cette correction peut être déterminée une fois pour toutes.

La plupart des huiles ne consomment que peu de potasse, ne renfermant que des traces d'acides volatils : leur chiffre varie de 0,5 à 3 : l'huile de ricin donne 4,0; celle de coco, 7 à 6; celle de palmiste, 3 à 4 : les huiles de poisson, de 4 à 25, car elles renferment de l'acide valérique.

Acides insolubles. — Le poids des acides gras insolubles dans l'eau, fourni par 100 parties de graisse, est aussi appelé *chiffre de Hehner* : nous décrirons ici le procédé modifié par Dalican.

Dans une capsule de porcelaine, on pèse exactement 10 grammes de graisse purifiée : on chauffe au bain-marie et on verse dessus un mélange fait d'avance de 80 cc. d'alcool à 80 pour 100 et de 6 grammes de soude caustique dissoute dans 6 à 8 cc. d'eau. On agite et on laisse une demi-heure : la saponification doit alors être complète, et l'addition de quelques gouttes d'eau ne doit pas déterminer de trouble. On évapore à sec et sur le savon on verse 100 cc. d'eau bouillante; on laisse dissoudre sans agiter, on transvase dans un vase conique d'un demi-litre, on lave la capsule à l'eau bouillante qu'on réunit au savon

et on décompose celui-ci par un mélange, ajouté en trois ou quatre fois, de 20 grammes d'acide chlorhydrique et 80 cc. d'eau, en agitant circulairement. On maintient au bain-marie jusqu'à ce que les acides gras surnagent huileux et que l'eau soit claire. On laisse refroidir, on décante l'eau sur un filtre épais et uni, après avoir percé la croûte d'acide gras. On remplit de nouveau d'eau bouillante en deux fois et en agitant circulairement; on laisse au bain-marie une demi-heure et on laisse refroidir. On filtre comme avant : on continue ces lavages jusqu'à ce qu'un papier de tournesol ne rougisse plus après un quart d'heure de séjour dans la dernière eau de lavage. On laisse sécher le filtre et égoutter les acides; on dissout ceux-ci dans un peu d'éther qu'on fait passer sur le filtre et qu'on reçoit dans une capsule tarée, on sèche à 110° et on pèse.

La table suivante donne le rendement des glycérides en acide et en glycérine, pour 100 parties :

	Poids moléculaire.		Rendement °/₀.	
	Acide.	Glycér.	Acide.	Glycérine.
Acide stéarique...........	284	890	95,73	10,34
— oléique............	282	884	95,70	10,41
— margarique........	270	848	95,52	10,85
— palmitique.........	256	806	95,28	11,41
— myristique.........	228	722	94,47	12,74
— laurique...........	200	638	94,04	14,42
— caprique...........	172	594	93,14	15,48
— caproïque..........	116	386	90,16	23,83
— butyrique..........	88	302	87,41	30,46

La plupart des huiles et graisses donnent de 94,5 à 96; les huiles de poisson donnent moins, et, suivant qu'on a séparé les parties solides et enrichi par conséquent la partie liquide en glycérides solubles et volatils, on obtient de 94 à 66 pour 100. Le baume donne de 85 à 88,5 pour 100 et l'huile de coco ou de noyaux de palme, 86 à 87.

En lavant à la benzine ou à l'éther de pétrole le savon desséché au bain-marie et divisé à l'aide d'un agitateur, puis évaporant ce dissolvant dans un vase taré, on a le poids de la matière non saponifiable, graisse minérale ou résine.

Chiffre d'acétyle. — Il est en rapport avec les acides hydroxylés de la série ricinoléique ou oxylinoléique.

On isole d'abord les acides gras comme pour prendre leur point de fusion : on fait bouillir pendant 2 heures 25 grammes de ces acides avec 20 grammes d'anhydride acétique, on ajoute ensuite 1/2 litre

d'eau et quelques fragments de pierre ponce et on fait bouillir 10 minutes, puis on siphonne l'eau en la remplaçant par de nouvelle eau chaude, jusqu'à ce que celle-ci ne soit plus acide au tournesol. On récolte les acides ainsi acétylés, on détermine l'acidité sur 4 à 5 grammes dissous dans l'alcool, au moyen de potasse alcoolique titrée en présence de phtaléine du phénol, et d'autre part sur 3 à 4 grammes on détermine le chiffre de Kœttstorfer; on ramène les deux déterminations à 1 gramme d'acide : la différence entre les quantités de potasse consommées est le *chiffre d'acétyle.*

La détermination peut du reste se faire sur une seule prise d'essai, en saturant l'acidité, ajoutant un volume donné de potasse en excès, chauffant et titrant la potasse en excès avec les précautions indiquées plus haut.

Le chiffre d'acétyle est surtout commode avec les huiles de ricin, de poisson et les huiles siccatives oxydées. Les autres huiles donnent de 0 à 5; voici celles qui donnent plus de 5 :

Coton	16,6	Noyaux d'olive	22,5
Croton	8,5	Noyaux de pêche	6,4
Chènevis	7,5	Ricin	153,4
Lin	8,5	Colza	6,3
Amandes douces	5,8	Sésame	11,5
Pavot œillette	13,1	Pépins de raisin	144
Noix	7,6	Beurre de vache	9

Indice d'iode ou chiffre de Hübl. — C'est la quantité d'iode fixée par les acides non saturés de 100 parties de graisse. Voici sa valeur pour les acides gras purs :

Acide hypogéique	100,00	Acide linoléique	181,43
— oléique	90,07	— linolénique	274,10
— érucique	75,15	— ricinoléique	85,21

Pour déterminer ce nombre, dans un vase conique de 180 cc. bouché à l'émeri on pèse au milligramme près 0,3 à 0,4 gr. pour les huiles siccatives, 0,4 à 0,5 gr. pour les autres, et on ajoute 10 cc. de chloroforme pur mesuré exactement; pour les acides gras il est inutile d'ajouter de ce dernier, ils sont solubles dans l'alcool.

Les solutions titrées sont : de l'iode à 5 pour 100 dans l'alcool à 95 pour 100; du bichlorure de mercure à 6 pour 100 dans l'alcool de même titre; enfin de l'hyposulfite normal-décime (table **255**) et de l'empois d'amidon à 2 pour 100.

On prépare en outre un ballon semblable contenant également, s'il y a lieu, du chloroforme pour l'essai à blanc.

On introduit alors dans chaque vase 20 cc. d'iode et 20 cc. de bichlorure et on laisse réagir 3 heures à la température ordinaire; le mélange doit rester fortement brun, il doit y avoir au moins 30 pour 100 d'iode en excès.

Dans chaque vase on ajoute ensuite 20 cc. de solution à 10 pour 100 d'iodure de potassium dans l'eau, et on titre l'iode en excès par l'hyposulfite, en s'aidant à la fin de quelques gouttes d'amidon, et s'arrêtant à la décoloration.

La différence des volumes employés est calculée en iode à 0,0126 grammes par cc., et ramenée à 100 parties de graisse.

Le chiffre de Hübl est le même à 5 unités près environ pour les acides que celui des huiles dont ils dérivent.

Il est souvent avantageux de déterminer le chiffre de Hübl sur les acides gras liquides par le procédé Bockairy : On pèse 2 grammes d'acides gras, on dissout dans 25 cc. d'alcool à 95 pour 100 dans un vase conique, on chauffe au bain-marie et on précipite par 10 cc. d'une solution chaude saturée d'acétate de plomb dans l'alcool. On laisse digérer une heure à la température ordinaire, puis une heure dans une cuve d'eau à température constante de 15°. Les sels plombiques des acides solides sont précipités, entraînant un peu d'acides liquides; on filtre, on ajoute un peu d'acide nitrique et on remplit d'eau chaude : les acides liquides viennent surnager à l'état pur. On les rassemble avec un tube effilé et on en pèse 0,2 à 0,3 grammes dans le vase conique, pour en prendre le chiffre Hübl: inutile alors d'ajouter du chloroforme.

On peut ainsi déterminer facilement la proportion d'huile ou de margarine de coton dans l'huile d'olives ou le saindoux.

Outre les chiffres portés au tableau **312**, voici quelques valeurs pour les huiles moins communes :

Huile de tournesol	129	Huile de pépins de raisin..........	94
— Lallemantia iberica.........	162	— pieds de mouton ou de cheval.	70
— ravenelle......	105	— dauphin.......	99
— maïs..........	119	— marsouin......	77
— pignon d'Inde..	127	— menhaden....	148
— thon..........	144		

Procédé Livache. — Il est basé sur l'augmentation de poids des huiles en présence de plomb divisé, et donne de bonnes indications sur la valeur des huiles siccatives.

On dissout un sel de plomb dans l'eau, on précipite le métal par le zinc, on lave le dépôt à l'eau, puis à l'alcool et à l'éther, et on sèche dans le vide.

Sur un grand verre de montre, on étale 1 gramme environ de métal, on pèse exactement, on humecte de 0,5 grammes environ

d'huile, versée goutte à goutte avec un tube effilé de manière à espacer les gouttes; on pèse : par différence on a le poids de l'huile. On laisse à l'air libre en lieu bien éclairé, en pesant tous les jours pendant trois jours, puis le cinquième et le septième jour, jusqu'à poids constant.

On observe, par exemple, au bout de deux jours :

Huile de lin	14,3 %
— noix	7,9
— pavot	6,8
— coton	5,9
— faîne	4,3

Les huiles suivantes n'ont rien donné pendant les deux premiers jours; le septième on a eu :

Huile de colza	2,9 %
— sésame	2,4
— arachides	1,8
— navette	2,9
— olive	1,7

Une huile de lin est d'autant meilleure que l'absorption est plus rapide et plus vite complète.

Échauffement sulfurique. — Il donne des indications utiles, à la condition d'être toujours pratiqué dans des conditions identiques de concentration d'acide, de forme de vase, de manière d'agiter : nous opérons avec l'acide de densité 1,842 et dans des verres à pied de 125 cc. triés, de poids et de forme de fond identiques autant que possible ; le thermomètre a une boule sphérique et marque de 0 à 120°. Pour les huiles siccatives, une échelle plus longue devient nécessaire ; les parois de la boule doivent avoir une épaisseur suffisante pour en permettre l'emploi comme agitateur.

Dans le verre on pèse 20 grammes d'huile ; on y plonge le thermomètre suspendu à une potence, la boule au milieu de l'huile : on note le degré, puis avec une pipette spéciale on fait couler 20 grammes d'acide sulfurique. Par une agitation circulaire on mélange les couches et on suit le thermomètre ; on note le degré maximum obtenu : en retranchant la température primitive, on a le degré d'échauffement.

Les nombres de la table 315 ont été obtenus avec l'acide commercial de densité 1,835 : ils sont plus faibles que les nôtres; du reste,

chaque observateur doit se faire sa table dans les conditions qu'il adoptera.

Coloration sulfurique. — Dans un verre de montre on verse 1 cc. d'huile, et on laisse tomber au milieu une goutte d'acide sulfurique concentré ; on observe la couleur des stries formées d'abord et qui passent rapidement au brun.

Jaune plus ou moins verdâtre : olives, œillettes, amandes, arachides, noisette, ricin ;

Vermillonné : colza, navette, lin, sésame, cameline, faîne, poisson, abricot ;

Jaune-brun : noix, coton ;

Vert-émeraude : chènevis ;

Violet pur : foie de morue ; bleuâtre : moutarde.

Acide sulfonitrique, réactif Behrens. — On mélange parties égales d'acide sulfurique de densité 1,84 et d'acide nitrique à 40° Baumé, en refroidissant. Dans un tube à essais on mélange volumes égaux de réactif et d'huile sans agiter et avec précaution.

L'huile de sésame donne une coloration vert-pré, passant rapidement au rouge et au brun, très sensible.

Les autres colorations sont moins sensibles et passent assez vite au brun noir :

Jaune clair : olives, abricot ;

Verdâtre : moutarde, colza, navette ;

Vermillonné : noix, noisette, faîne ;

Rose sale : œillette, amandes, ricin.

Acide nitrique et mercure. — Dans un verre à pied on pèse 10 grammes d'huile, et avec une pipette spéciale on fait couler 5 grammes d'acide nitrique à 40° Baumé ; on mélange avec une baguette et on plonge dans une cuve d'eau à courant et température constants ; on note la couleur de l'huile surnageante.

Les huiles d'amandes et de noisettes restent incolores ; l'huile d'olives prend une couleur vert-pomme caractéristique passant au jaune ocre ; les autres huiles deviennent brun plus ou moins foncé et rougeâtre.

On ajoute alors, au moyen d'une pipette spéciale, 1 gramme de mercure, on laisse dissoudre, toujours dans la cuve ; puis on agite vivement pendant 1 minute, on remet dans la cuve, et au bout de 20 minutes on agite de nouveau 1/2 minute. Après 40 minutes en tout, on vérifie la consistance du culot toutes les cinq minutes, puis tous les quarts d'heure. S'il s'agit d'huiles d'olive, au bout de 45 à 60 minutes le culot se détache d'une pièce et a une couleur verdâtre. Les autres huiles mettent plus de temps à se solidifier : la noisette est incolore ; l'arachide et le coton, oranges ; la solidification est incomplète avec coloration jaune plus ou moins orangée pour les autres.

Les huiles de chènevis, de pavot œillette et de ricin, l'acide oléique, ne se solidifient pas.

Réactions spéciales. — L'huile d'olive donne avec la soude caustique un savon dur et jaunâtre ; le lin, le chènevis et les poissons donnent des savons bruns.

Avec la litharge, on a un emplâtre solide ; avec les huiles de navette, d'amandes et de sésame, un emplâtre mou.

Les huiles de poisson se colorent en noir par le chlore.

Les huiles de crucifères et de sésame du Kurrachee, contenant du soufre, saponifiées par la potasse, donnent un sulfure caractérisé par un sel d'argent ou par le nitroprussiate.

Pour l'huile d'arachides, on mélange 13 cc. d'eau avec 100 cc. d'alcool à 95 pour 100, puis on y dissout 11 grammes de potasse caustique. Dans un vase conique on mélange 20 cc. d'huile et 40 cc. du réactif ci-dessus, on saponifie au bain-marie jusqu'à limpidité, et on porte dans une cuve d'eau courante à 12-15°. En présence d'huiles d'arachides, il se dépose des cristaux d'arachidate de potasse dont l'acide, séparé et cristallisé dans l'alcool à 70 pour 100, fond à 72°. L'huile de coton donne aussi un dépôt cristallisé.

L'huile de sésame donne une belle coloration rouge-cerise quand on la chauffe légèrement avec la moitié de son volume d'acide chlorhydrique pur et une pincée de sucre. Cette réaction est plus nette en opérant sur les acides gras extraits de l'huile.

L'huile de coton, et mieux les acides gras qu'elle fournit, réduisent à chaud le nitrate d'argent alcoolique : on prend 5 cc. d'huile, 25 cc. d'alcool à 98 pour 100 et 5 cc. d'une solution à 1 pour 100 de nitrate dans l'alcool absolu pur. Agitée avec son volume d'acétate de plomb et de l'ammoniaque, elle développe une coloration orangée : cette réaction lui est commune, à un moindre degré, avec les huiles de sésame, d'abricot, d'amandes douces ; l'huile de moutarde fournit une coloration brun-chocolat.

La *consistance* des huiles de graissage se détermine en pesant ou mesurant une quantité déterminée d'huile, l'introduisant dans un tube effilé et mesurant le temps qu'elle met à s'écouler. Si l'huile est trop épaisse ou solide, on chauffe le tube dans un bain d'eau ou de vapeur à température fixe (acétone, alcool, eau, etc.). On compare avec le temps que nécessite l'écoulement d'une même quantité d'huile type : les consistances sont en rapport direct des temps employés à l'écoulement.

L'essai est le même pour les huiles hydrocarburées.

On vérifie la qualité d'une *huile tournante* en remplissant à moitié un verre de lessive de soude à 4° Baumé, et y versant successivement 10 gouttes d'huile ; si celle-ci s'émulsionne de suite en donnant un mélange laiteux et parfaitement combiné, et si, après avoir fait passer le tout dans un autre verre, on n'observe point de globules huileux à la surface, l'huile est bien tournante.

(315) *Caractères principaux de quelques huiles pures* (Arnavon).

	Densité à 15°.	Chaleur par H^2SO^4 commercial.	Point de solid. des acides.	Densité des acides à 30°
Amandes douces	918,2	49°	12°	893,0
Aouara (astrocaryum vulgare)	916,5	35	31	890,8
Arachide	918	46	28	891,8
— décortiquée	919	46	28	891,8
Baobab (Madagascar)	919,5	47	29,5	895
Botha ou lentisque	920	45	29	891,9
Chanvre (chènevis)	923	74	8	898,4
Colza	915	49	18	888,5
Coton épuré	922,5	65	32	899
Faîne	920	59	14	892
Lin	935	104	19	910,2
Moutarde	918,5	53	11	892
Navette	917	56	17	891,5
Niger (Inde)	926	75	26	898
Noix	927,5	88	9	902
Noix de Bakoul (Indo-Chine)	927,5	91	11	901,5
Olive à bouche	916,5	37	19	888,6
— à fabrique	915,5	37,5	21	888,6
Pavot-œillette	925	74	17	897,5
Pulghère (Afrique)	920	52	27	891,7
Pulpe d'olives	920	37,5	20	891,8
Ravison (mer Noire)	921	56	6	891,9
Ressence d'olives	922	38,5	22	892,5
Ricin à fabrique	964	52		
Sésame à froid	923	58	22	898,4
— à chaud	924	58	22	898,4
— du Levant	926,5	58	22	899,2
Azyme (Madagascar)	915	»	46	
Castanha (Mozambique)	918,5	43	39	
Coco (Antilles)	925,5	18,5	29	898,6
Coprah (Afrique, Inde)	925	18	28	894,1
Illipé (Inde)	915,5	32,5	43	889
Mafourère (côte d'Afrique)	920,5	30	50	892
Palme	915,5	»	44	888,4
Palmiste (Guyane)	924	20	28	893,1
Rénéhala (Madagascar)	918,5	46	35	891,9
Suif végétal (Indo-Chine)	911,5	»	53	
Graisse de cheval	918,5	42	37	891,8
Saindoux	917	»	38	
Suif animal	918	»	46	
Acide oléique de suif		30	variable.	889

(316) *Essai des beurres.*

Eau. — On sèche 10 grammes de beurre dans une capsule de platine pendant 6 heures à 100°.

On incinère ensuite pour avoir le poids des cendres. On dose le chlorure de sodium dans ces cendres par le sulfocyanure.

On admet d'ordinaire 15 pour 100 comme limite de l'eau et 1/2 pour 100 de cendres.

Les beurres salés renferment en outre de 3 à 10 pour 100 de sel, suivant qu'ils sont demi-sel ou salés ; on ajoute quelquefois du sucre et du salpêtre.

Impuretés. — On traite 10 grammes de beurre par l'éther et on pèse le résidu séché, formé de caséine, lactose, etc. Les beurres mal préparés renferment jusqu'à 3 pour 100 de caséine.

En général, on considère un beurre renfermant moins de 80 pour 100 de matière grasse comme n'étant pas marchand.

Margarine. — Parmi les nombreux procédés pour la recherche de la margarine, nous recommandons de se limiter aux essais de Kœttstorfer et de Reichert-Meissl (table **317**).

Le tableau ci-joint donne les constantes du beurre et des diverses graisses.

(317) *Constantes du beurre et des graisses animales.*

	Beurre.	Oléomarg.	Suifs. Bœuf.	Suifs. Mouton.	Saindoux
Densité à 100° (flacon).	0,8672	0,8598	0,860	0,860	0,8605
Point de fusion.......	31	var.	45	50	40,42
— de sol. des acides.	38-40	40 var.	43-4	46	37
Nombre Hehner......	85-89	95,6	95,65	95,5	95,8
— Kœttstorfer...	220-233	195	195.7	195,2	195,8
— Reichert-Meissl.	26-32	0,5-3	0,2	0,2	0
— Hübl.........	26-35	55	35.40	37	57,60

Pour le procédé Kœttstorfer, soit n le nombre trouvé, la proportion de margarine est donnée par la formule

$$227 - (2,85 \times n).$$

Et, pour le procédé Reichert-Meissl, soit n le nombre de centimètres cubes de potasse décime, la proportion de beurre est $3,5\,n$, et la proportion de margarine est donnée par différence.

Pour ces deux procédés, on préparera le beurre en le faisant fondre dans une capsule de porcelaine, décantant la couche de graisse sur un filtre chauffé dans une étuve avec un ballon qui recevra la graisse purifiée et sèche, dont on pèsera les quantités voulues.

On tirera d'utiles indications dans l'opposition des résultats fournis par les deux procédés indiqués.

Outre les variations saisonnières de composition du beurre qui

sont en rapport avec l'alimentation et le régime, nous devons ajouter que les rations exagérées de tourteaux introduisent dans le beurre des quantités notables de graisse, et que ces beurres se comportent comme des beurres fraudés ; mais le goût d'huile qu'ils manifestent suffit à les rendre non marchands.

Agents conservateurs. — On agite le beurre avec de l'eau tiède, et on laisse refroidir ; dans cette eau, les réactifs habituels décèleront la présence de borax, de bicarbonate de sodium, d'acide salicylique.

Colorants. — Le beurre est agité avec de l'alcool faible tiède ; celui-ci est décanté et évaporé. Le beurre pur ne cède rien.

Le rocou donne un résidu rouge-brun, qui bleuit par l'acide sulfurique.

Le curcuma donne un résidu rouge-brun, brun par l'acide chlorhydrique, brun foncé par les alcalis ; la solution dans l'alcool ou la benzine est fluorescente.

Le safran donne un précipité orange par le sous-acétate de plomb.

La carotte devient verte par les alcalis.

Les dérivés nitrés et azoïques se reconnaissent à leurs réactions.

Le spectroscope donnera aussi d'utiles indications.

Le colorant le plus employé, et toléré, est une solution de rocou, quelquefois avec un peu de curcuma, dans l'huile de sésame.

Rancidité. — On donne comme limite le nombre de Bürstynn de 8.

(318) *Graisses solides et cires.*

	Densité à 15°.	Point de fusion.	Kœttstorfer.	Hübl.
Huile de palme.....	0,945	27–42	202	51
— de palmiste...	0,952	23–28	247	10–17
— de coco.......	0,925	20-28	257	9
Beurre de cacao.....	0,950	30–32°	192	34
— de muscade..	0,990	45–51		31
Suif végétal de Chine.	0,918	44		
Suif de Malabar.....	0,915	36°,5	192	
Beurre de Shea.....	0,953	28		
— d'Illipé......	0,917	25	193	
— de Dika......		30		31
— de Bicuhyba..		39	219	9,5
Margarine de coton..		40		90
Graisse d'os........	0,914	21	191	47
Graisse d'oie........		33	193	71
Cire d'abeilles.......	0,965	62	95	8–11
— de carnauba...	0,999	84	84	
— d'arbres.......	0,970	82	63	
— de myrica......	1,000	43	211	
— du Japon......	0,977	51		
Blanc de baleine......	0,940	45	124	

Section IX. — Sucre et Fécule.

Voyez aussi table 132.

(319) *Densités des solutions de sucre de canne et de raisin donnant leur richesse en sucre de canne et de raisin* (Pohl).

Densités. — Sucre de canne.	Densités. — Sucre de raisin.	Quantités °/₀.	Densités. — Sucre de canne.	Densités. — Sucre de raisin.	Quantités °/₀.
1,0080	1,0072	2	1,0616	1,0616	15
1,0201	1,0200	5	1,0704	1,0693	17
1,0281	1,0275	7	1,0838	1,083	20
1,0405	1,0406	10	1,0929	1,0909	22
1,0487	1,0480	12	1,1068	1,1021	25

(320) *Solubilité de la chaux dans les solutions sucrées.*

Sucre dans 100 p. eau.	Densité du sirop.	Densité après saturation par la chaux.	100 p. du résidu séché à 120° contiennent	
			Chaux.	Sucre.
40	1,122	1,179	21	79
35	1,110	1,166	20,5	79,5
30	1,096	1,148	20,1	79,9
25	1,082	1,128	19,8	80,2
20	1,068	1,104	18,8	81,2
15	1,052	1,080	18,5	81,5
10	1,036	1,053	18.1	81,9
5	1,018	1,026	15,3	84,7

(321) *Preuve pour la richesse des sirops*

Sucre °/₀.	Eau °/₀.	Nom de la preuve.	Température d'ébullition du sirop sous la pression ordinaire de 0m,76.
93,75	4,25	Grand cassé.	128°,5
92,67	7,33	Petit cassé.	122
91	9	Grand soufflé.	121
89	11	Petit soufflé.	116
88	12	Crochet fort.	112
87	13	Crochet léger.	110,5
85	15	Filet.	109

(322) *Richesse en sucre des masses cuites (grains et sirop)* (MAUMENÉ).

Poids du litre.	Sirop de D = 1.400.	Sucre cristallisé.	Sucre total.	°/₀.
gr.	gr.	gr.	gr.	
1405	1334,75	70,25	1090,378	77,606
1410	1304,325	105,675	1102,562	78,197
1415	1273.50	141,50	1114,812	78,783
1420	1242,415	177,585	1127,155	79.376
1425	1211,25	213,75	1139.480	79,964
1430	1179,825	250 175	1151.885	80,549
1435	1148	287,0	1164,390	81,142
1440	1115,915	324,085	1176,955	81,735
1445	1083,75	361,25	1189,540	82,320
1450	1051,325	398,675	1202,177	82,907
1455	1018,50	436,50	1214,975	83,504
1460	985,415	474,585	1227,705	84,091
1465	952,250	512,755	1240,216	84,676
1470	918,825	551,175	1253,402	85,264
1475	885	590,000	1266,391	85,857
1480	850,915	629,085	1279,431	86,449
1485	816,75	668,25	1292.447	87,032
1490	782,325	707,675	1305 569	87,622
1495	747,5	747,5	1328,862	88,217
1500	712,415	787,585	1332,055	88,804
1505	677,25	827,75	1345,335	89,390
1510	641,825	868,176	1357,571	89,885
1515	606	909	1372,155	90,572
1520	569,915	950,085	1385,651	91,162
1525	533,75	991,25	1399,232	91,753
1530	497,325	1032,675	1412,756	92,337
1535	460,5	1074,45	1426,454	92.927
1540	423,415	1116,585	1440,182	93 519
1545	386,25	1153,75	1453,917	94.103
1550	348,825	1201,175	1467,959	94,696
1555	311	1244	1481,692	95,286
1560	272,915	1287,085	1495,658	95,876
1565	234,75	1330,25	1509,632	96,463
1570	196,325	1373,675	1523,706	97,050
1575	157,5	1417,5	1537,873	97,643
1580	118,415	1461,585	1552,077	98,232
1585	79,25	1505,75	1566.319	98,822
1590	39 825	1550,175	1580,609	99,409
1595	0	1595	1595	100,000

(323) *Dosage du sucre.*

1° Au moyen du poids spécifique.

Cette méthode n'est applicable qu'aux solutions de sucre pur. On détermine la densité au moyen du flacon à densité ou d'un aréomètre très fin; en se reportant à la table des poids spécifiques des solutions du sucre (tables 132, 319) on trouve la teneur cherchée. Si on emploie le sucromètre, on lit directement la teneur en sucre; il faut dans ce cas tenir compte de la température.

Pour les densimètres donnant le millième, la correction est de 0,2 environ par degré de température, additive au-dessus de 15 à 25°, soustractive de 10 à 15°.

2° Par la liqueur de Fehling.

Cette méthode repose sur ce fait que 5 molécules de sulfate de cuivre ($CuSO^4 + 5H^2O$), en solution tartrique alcaline, sont ramenés à l'état d'oxydule par 1 molécule de glucose ($C^6H^{12}O^6$). Le sucre de canne est sans action sur la liqueur de Fehling et doit être interverti ou ramené à l'état de glucose.

Les recherches de M. Soxhlet ont montré que la quantité d'oxyde de cuivre réduit varie un peu suivant l'état de dilution. Ainsi, en employant des solutions de sucre à 1 pour 100, 1 molécule de sucre réduit le nombre suivant de molécules d'oxyde de cuivre :

	Fehling pur.	Avec 4 volumes d'eau.	10 c. de Fehling pur	10 c. de Fehling dilué
Glucose anhydre..	5,26	5,06	0,0475	0,0500
Lévulose.........	5,07	4,86	0,0514	0,0536
Lactose.........	3,7	3,7	0,0647	0,0647
Lactose interverti.	4,9	4,7	0,0509	0,0536
Sucre interverti...	5,06	4,85	0,0500	0,0521
Maltose...	3,04	3,21	0,0793	0,0747

Les solutions de liqueur de Fehling ou cupropotassique (table 324) doivent être conservées dans un lieu obscur, la lumière les altérant.

On prend 10 cc. de la liqueur normale, auxquels on ajoute 40 ou 50 cc. d'eau distillée, puis on chauffe à l'ébullition. Elle est propre à être employée, si pendant l'ébullition il ne se dépose pas de protoxyde de cuivre et si la liqueur reste claire. Dans tous les cas, il est utile d'ajouter avant l'ébullition, et afin d'être sûr que la liqueur ne précipitera pas, un peu de soude caustique. On vérifie chaque fois le titre, avec 0gr,0475 de sucre de canne pur qu'on dissout dans 10 cc. d'eau additionnée de 1 cc. d'acide chlorhydrique, et qu'on chauffe pendant quelque temps à 70° pour l'intervertir.

10 cc. de la solution de Fehling renferment 0,3465 de sulfate de

cuivre correspondant à 0,05 de glucose ou 0,0475 de sucre de canne (95 parties de sucre de canne donnent par l'interversion 100 parties de sucre interverti). Mais le titre peut varier.

La liqueur de M. Pasteur et celle de M. Boussingault (table 324) doivent être titrées par un essai spécial avec le sucre interverti.

La solution de glucose ou de sucre interverti doit être étendue de manière qu'elle ne renferme pas plus de 1/2 pour 100 de sucre. C'est cette solution que l'on laisse tomber goutte à goutte au moyen d'une burette dans les 10 cc. de liqueur cuivrique étendus de 2 ou 3 vol. d'eau et d'un peu de potasse, maintenus à l'ébullition jusqu'à ce que la couleur bleue ait entièrement disparu.

La solution de sucre doit être ajoutée très lentement, de manière que le liquide caustique ne soit pas sensiblement refroidi.

3° Par la fermentation.

D'après l'équation $C^6H^{12}O^6 = 2CO^2 + 2C^2H^6O$, 100 parties de glucose doivent donner 48,89 parties d'acide carbonique; cependant on n'en obtient jamais que 47, à cause des produits secondaires. On prend environ 3 grammes de sucre, on les dissout dans 4 parties d'eau ou 12 grammes et on ajoute un petit peu de levûre de bière, dans un petit appareil qui permet de doser l'acide carbonique dégagé, puis on dispose le tout dans un endroit modérément chaud, après l'avoir pesé. Quand le dégagement d'acide carbonique a cessé, ce qui exige plusieurs jours, on aspire de l'air à travers l'appareil et on pèse de nouveau. Le poids d'acide carbonique trouvé en grammes, multiplié par $\frac{100}{47}$, donne la quantité de glucose, d'où on déduit la quantité de sucre de canne correspondante.

Il est bon de vérifier, dans une opération conduite de la même façon, si la levûre ne dégage pas par elle-même de l'acide carbonique.

4° Méthodes optiques.

Elles sont fondées sur l'action des solutions de sucre sur la lumière polarisée, action analogue à celle d'une plaque de quartz, perpendiculaire à l'axe. Les degrés du polarimètre, du polaristrobomètre, de l'appareil à pénombres de Cornu, indiquent directement la rotation du plan de polarisation; ceux du saccharimètre de Soleil indiquent, en *centièmes de millimètre*, l'épaisseur de quartz qui équivaut par son action optique à la solution sucrée; ils indiquent directement la richesse des sucres si l'on en pèse une quantité convenable. Le saccharimètre de Laurent porte une division angulaire comme le polarimètre de Biot, et en outre une division saccharimétrique qui représente aussi des centièmes de millimètre de quartz. Dans ce dernier appareil on opère avec la lumière monochromatique jaune du sodium, l'emploi du jaune moyen dans l'appareil de Soleil amenant quelques incertitudes. En France on n'emploie guère que le polarimètre à pénombres, ou le saccharimètre de Soleil.

(324) *Préparation de la liqueur* de Fehling.

1° Dissoudre 34gr,65 de sulfate de cuivre cristallisé et pur dans 200 cc. d'eau distillée.

2° Dissoudre 173 grammes de tartrate de sodium et de potassium dans 480 cc. de lessive de soude d'une densité de 1,14. On verse peu à peu la première solution dans la seconde, puis on étend le tout de manière à faire 1 litre (1000 cc.) à la température normale de 17,5.

On amène cette solution à être équivalente exactement à 0gr,05 de glucose ou de sucre interverti par 10 cc., et l'on se sert alors de la table suivante. Soit au contraire 1 titre de x en grammes de glucose pour 10 cc. de Fehling, n le nombre de centimètres cubes de liquide sucré employé pour 10 cc. de liqueur de Fehling. On a : grammes de sucre par litre $= \frac{x \times 1000}{n}$.

Formule de M. Violette.

1° Faire dissoudre 260 grammes de sel de Seignette (tartrate double de potassium et de sodium) dans 200 grammes d'eau distillée, ajouter 500 grammes de lessive de soude à 24° Baumé.

2° Faire dissoudre 36gr,46 de sulfate de cuivre cristallisé dans 140 grammes d'eau.

3° Mêler les deux solutions en versant la seconde dans la première, agiter et compléter 1 litre à la température de 15°.

Cette solution se conserve longtemps dans de petits flacons d'une centaine de grammes bouchés à l'émeri et dont le bouchon est recouvert de paraffine, et qu'on place ensuite dans un endroit obscur.

10 cc. de la liqueur de Violette correspondent à 0gr,050 de saccharose (avant l'interversion) ou 0gr,05263 de glucose ou de sucre interverti.

Formule de M. Pasteur.

La liqueur de Fehling présente l'inconvénient de laisser déposer du cuivre métallique, sous l'influence de la lumière. M. Pasteur a indiqué une formule qui donne un liquide inaltérable à la lumière.

On fait dissoudre séparément :

130 grammes de soude ;
105 — d'acide tartrique ;
80 — de potasse ;
40 — de sulfate de cuivre cristallisé.

On mélange et on complète le volume de 1 litre.

Formule employée par M. Boussingault.

1° Sulfate de cuivre cristallisé.......................... 40 grammes.
Dissoudre dans 200 centimètres cubes.
2° Tartrate neutre de potassium.......................... 160 grammes.
Soude caustique sèche.......................... 130 —
Dissoudre dans 600 centimètres cubes d'eau ; mêler et compléter 1 litre, faire bouillir quelques minutes après la préparation.

Cette liqueur est inaltérable et ne dépose pas spontanément d'oxydule de cuivre.

En nous plaçant dans les conditions habituelles, de solutions renfermant de 0,5 à 0,1 pour 100 de sucre réducteur, les volumes de liquide sucré employés pour 10 cc. de liqueur de Fehling renferment, en grammes par litre :

Centimètres cubes.	Glucose et lévulose.	Diff.	Lactose anhydre.	Maltose anhydre.	Centimètres cubes.	Glucose et lévulose.	Diff.	Lactose anhydre.	Maltose anhydre.
10	5,000		6,350	7,500	26	1,923		2,442	2,884
		454					71		
11	4,546		5,773	6,818	27	1,852		2,354	2,778
		379					66		
12	4,167		5,292	6,250	28	1,786		2,268	2,679
		321					62		
13	3,846		4,884	5,770	29	1,724		2,189	2,586
		275					57		
14	3,571		4,536	5,357	30	1,667		2,117	2,500
		237					54		
15	3,334		4,233	5,000	31	1,613		2,049	2,419
		209					50		
16	3,125		3,969	4,687	32	1,563		1,984	2,344
		184					48		
17	2,941		3,744	4,412	33	1,515		1,924	2,272
		163					44		
18	2,778		3,528	4,167	34	1,471		1,868	2,206
		146					42		
19	2,632		3,342	3,947	35	1,429		1,814	2,143
		132					40		
20	2,500		3,175	3,750	36	1,389		1,764	2,083
		119					38		
21	2,381		3,024	3,571	37	1,351		1,717	2,027
		108					35		
22	2,273		2,886	3,409	38	1,316		1,671	1,973
		99					34		
23	2,174		2,761	3,261	39	1,282		1,628	1,923
		91					32		
24	2,083		2,643	3,125	40	1,250		1,588	1,875
		83							
25	2,000		2,540	3,000					

Pour avoir la valeur en maltose et lactose hydratées, ajouter 1/19e ou multiplier par 100/95.

(325) *Méthode pondérale de* Soxhlet

Il importe d'opérer toujours dans les mêmes conditions : On mélange, par exemple, 60 cc. de liqueur de Fehling (qui n'a pas besoin d'être titrée, et peut se préparer au moment même par le mélange du tartrate et du cuivre) et 60 cc. d'eau. On fait bouillir, on ajoute d'un coup 25 cc. de solution renfermant *au plus* 1 pour 100 de sucre, et, après deux minutes d'ébullition, on filtre dans un entonnoir spécial de la forme des anciens tubes à chlorure de calcium, de 12 centimètres de long et 13 millimètres de diamètre, dont la boule est à moitié remplie de fibres d'amiante pas trop molles et rangées aussi transversalement que possible ; le tube est lavé à l'eau bouillante, séché et pesé. On filtre le liquide bouillant, on lave à l'eau bouillante, à l'alcool, à l'alcool absolu, à l'éther. On ajuste le tube sur un appareil à hydrogène, et, quand l'éther est chassé, on chauffe doucement la partie qui renferme l'oxyde de cuivre ; on laisse refroidir, on déplace l'hydrogène par l'air et on pèse. On calcule en s'aidant de la table suivante :

Cu.	Glucose.	Cu.	Glucose.	Cu.	Glucose.
10 mgr.	6,1 mgr.	50 mgr.	25,9 mgr.	300 mgr.	156,5 mgr.
20	11	100	50,9	400	212,9
30	16	200	102,6	463	249,9

(326) *Usage du saccharimètre* Soleil.

On dissout 16gr,35 de sucre dans environ 60 centimètres d'eau, on décolore, s'il y a lieu, par l'addition de 2 ou 3 centimètres cubes de sous-acétate de plomb (voy. sa préparation, t. 331), on étend à 100 centimètres cubes, et si le liquide est trouble, on le filtre. On en remplit un tube de 20 centimètres, et on ramène la teinte primitive. S'il n'y a que de la saccharose et des substances inactives, le nombre lu sur la graduation indique la quantité de sucre cristallisé dans 100 parties de la matière primitive.

Si d'autres sucres sont en présence, il faut pratiquer l'interversion. Le liquide primitif (50 cc.) sans sous-acétate de plomb est additionné de 5 cc. d'acide chlorhydrique pur et fumant. On chauffe le tout à 68° au bain-marie, on laisse refroidir et on en remplit un tube de 22 centimètres de long ; si on n'en a que de 20 centimètres, il faut multiplier le résultat par $\frac{11}{10}$ à cause de l'acide ajouté. Ensuite on emploie les tables de Clerget (table 328).

Si la liqueur renferme des alcalis ou des carbonates alcalins, ceux-ci diminuent le pouvoir rotatoire du sucre.

Les nombres suivants indiquent la quantité de sucre dissimulée par 1 partie de matière minérale :

	Solution renfermant		
	De 20 à 25 p. 100 de sucre.	10 p. 100 de sucre.	5 p. 100 de sucre.
1 p. de soude.	1,319 à 1,114	0,907	0,450
1 p. de potasse.	0,915	0,650	0,426
1 p. de carbonate de sodium.	0,254	0.093	»
1 p. de carbonate de potassium.	0,185	0,143	»

Si on sursature par de l'acide carbonique, il se forme des bicarbonates alcalins, et le sucre reprend en entier son pouvoir rotatoire.

Nota. Les nombres obtenus avec les tables de Clerget et la pesée de 16gr,35 sont un peu forts, la quantité de sucre équivalant à 1 millimètre **de quartz étant voisine de 16gr 2 dans les circonstances de l'opération (A. Girard et de Luynes).**

(327) *Dosage du glucose dans les urines.*

Le dosage par la liqueur de Fehling s'effectue comme d'habitude, seulement il faut étendre l'urine de telle sorte, qu'elle renferme 1/2 pour 100 de sucre et ajouter une plus grande quantité de potasse à la liqueur cuivrique.

On opère avec le saccharimètre Soleil ou l'appareil Laurent. On décolore **par 1/10 d'acétate de plomb et l'on se sert du tube de 22 centimètres. Le nombre de degrés saccharimétriques multiplié par 2,06 donne la quantité de glucose en grammes par litre.**

(328) *Table de Clerget pour corriger les indications du saccharimètre de Soleil dans l'essai des liquides sucrés.*

10° C.	15° C.	20° C.	N.	N'.	10° C.	15° C	20° C.	N.	N'.
1,39	1,37	1,34	1	1,64	36,17	35,53	34,85	26	42,51
2,78	2,73	2,68	2	3,27	37,57	36,90	36,19	27	44,15
4,16	4,10	4,02	3	4,91	38,94	38,25	37,53	28	45,78
5,56	5,46	5,36	4	6,54	40,34	39,60	38,87	29	47,42
6,95	6,83	6,70	5	8,17	41,74	40,97	40,21	30	49,05
8,35	8,19	8,04	6	9,81	43,12	42,33	41,55	31	50,69
9,74	9,56	9,38	7	11,44	44,51	43,70	42,89	32	52,33
11,13	10,93	10,72	8	13,08	45,90	45,07	44,23	33	53,97
12,52	12,29	12,06	9	14,71	47,20	46,43	45,57	34	55,60
13,91	13,66	13,41	10	16,35	48,68	47,80	46,91	35	57,24
15,30	15,03	14,75	11	17,99	50,08	49,16	48,25	36	58,87
16,69	16,40	16,09	12	19,62	51,47	50,53	49,59	37	60,50
18,08	17,77	17,43	13	21,26	52,86	51,90	50,93	38	62,14
19,47	19,14	18,77	14	22,89	54,25	53,26	52,27	39	63,77
20,86	20,51	20,11	15	24,52	55,64	54,63	53,63	40	65,40
22,26	21,88	21,45	16	26,16	57,03	55,99	54,96	41	67,03
23,65	23,25	22,79	17	27,79	58,42	57,36	56,30	42	68,67
25,04	24,62	21,13	18	39,43	59,81	58,73	57,64	43	70,31
26,43	25,90	25,47	19	31,06	61,20	60,09	58,98	44	71,95
27,82	27,31	26,81	20	32,70	62,59	61,46	60,32	45	73,58
29,21	28,68	28,15	21	34,34	63,99	62,82	61,66	46	75,22
30,60	30,05	29,49	22	35,98	65,38	64,19	63,00	47	76,85
31,99	31,42	30,33	23	37,61	66,77	65,56	64,34	48	78,48
33,38	32,79	32,16	24	39,25	68,17	66,92	65,68	49	80,12
34,77	34,16	33,51	25	40,88	69,57	68,29	67,03	50	81,75

10° C.	15° C.	20° C.	N.	N'.	10° C	15° C.	20° C.	N.	N'.
70,95	69,66	68,37	51	83,38	126,6	124,3	122,0	91	148,7
72,34	71,02	69,71	52	85,01	128,0	125,6	123,3	92	150,4
73,73	72,39	71,05	53	86,65	129,4	127,0	124,7	93	152,1
75,12	73,76	72,40	54	88,29	130,8	128,4	126,0	94	153,7
76,51	75,12	73,74	55	89,93	132,2	129,7	127,4	95	155,3
77,90	76,49	75,08	56	91,56	133,6	131,1	128,7	96	156,9
79,29	77,85	76,42	57	93,20	134,9	132,5	130,0	97	158,6
80,68	79,22	77,76	58	94,83	136,3	133,8	131,4	98	160,2
82,07	80,59	79,10	59	96,46	137,7	135,2	132,7	99	161,9
83,46	81,94	80,43	60	98,10	139,1	136,6	134,0	100	163,5
84,86	83,31	81,78	61	99,73	140,5	137,9	135,4	101	165,1
86,25	83,68	84,12	62	101,4	141,9	139,3	136,7	102	166,8
87,64	86,05	84.46	63	103,0	143,3	140,7	138,1	103	168,4
89,02	87,43	85,80	64	104,6	144,7	142,0	139,4	104	170,0
90,41	88,80	87,14	65	106,3	146,0	143,4	140,8	105	171,7
91,81	90,16	88,48	66	107,9	147,4	144,8	142,1	106	173,3
93,20	91,54	89,82	67	109,5	148,8	146,1	143,4	107	174,9
94,59	92,90	91,16	68	111,2	150,2	147,5	144,8	108	176,6
96,00	94,25	92,50	69	112,8	151,6	148,8	146,1	109	178,2
97,38	95,60	93,83	70	114,4	153,0	150,2	147,4	110	179,8
98,77	96,96	95,17	71	116,1	154,4	151,6	148,8	111	181,5
100,2	98,33	96,51	72	117,7	155.8	153,0	150,1	112	183,1
101,6	99,70	97,85	73	119,3	157,2	154,4	151,5	113	184,7
102,9	101,1	99,19	74	121,0	158,6	155,7	152,8	114	186,4
104,3	102,4	100,5	75	122,6	160,0	157,0	154,2	115	188,0
105,7	103,8	101,9	76	124,2	161,3	158,4	155,4	116	189,7
107,1	105,2	103,2	77	125,9	162,7	159,8	156,8	117	191,3
108,5	106,5	104,5	78	127,5	164,1	161,2	158,2	118	192,9
109,9	107,9	105,9	79	129,1	165,5	162,5	159,5	119	194,6
111,3	109,3	107,2	80	130,8	166,0	163,9	160,8	120	196,2
112,7	110,9	108,6	81	132,4	168,3	165,3	162,2	121	197,8
114,1	112,0	109,9	82	134,1	169,7	166,6	163,5	122	199,5
115,5	113,3	111,3	83	135,7	171,1	168,0	164,9	123	201,1
116,9	114,7	112,6	84	137,3	172,5	169,4	166,2	124	202,7
118,2	116,1	113,9	85	139,0	173,9	170,7	167,6	125	204.4
119,6	117.4	115,3	86	140,6	175,3	172,1	168,9	126	206,0
121,0	118,8	116.6	87	142,2	176,6	173,5	170,2	127	207,6
122,4	120,2	118,0	88	143,9	178,0	174,8	171,6	128	209,3
123,8	121,5	119.3	89	145,5	179,4	176,2	172,9	129	210,9
125,2	122,9	120,6	90	147,1	180,8	177,5	174,2	130	212,6

(Dans le saccharimètre-soleil allemand de Ventzke ou de Scheibler, 1 division = 1,543 division française.)

Usage de ces tables.

Nombre lu sur l'échelle avant l'inversion (voy. table **303**) = D
— — après l'inversion.............. = D'
Température.. = T

1° Les deux chiffres indiqués sur l'échelle du saccharimètre ont été lus à droite et à gauche du zéro; on prend la somme $D + D' = A$.

On cherche dans les colonnes se rapportant à la température actuelle 10°, 15° ou 20° les chiffres qui se rapprochent le plus de A.

En suivant la ligne horizontale, on trouve dans les colonnes indiquant la quantité de sucre le nombre N et le nombre N'.

Le sucre employé contient N pour 100 de sucre cristallisé ou un litre de la solution renferme N' grammes de sucre cristallisable.

2° La solution de sucre étant préparée comme dans le premier exemple, on a lu les chiffres exprimant la rotation avant et après l'inversion du même côté du zéro.

On prend $D - D' = A$, on cherche dans la colonne se rapportant à la température actuelle le chiffre qui se rapproche le plus de A et l'on opère comme ci-dessus.

On peut aussi remplacer les tables de Clerget par la formule approchée :

$$P \text{ (pouvoir rotatoire)} = \frac{200 \times A}{288 - T};\ P \times 1{,}635 = \text{sucre dans 1 litre.}$$

(329) *Usage du saccharimètre Laurent.*

On pèse 16gr,2 du sucre à essayer ; on les dissout de façon à faire 100 centimètres cubes. On emploie le tube de 20 centimètres et celui de 22 s'il a été besoin de traiter la solution par 1/10 de sous-acétate de plomb. La teneur du sucre en saccharose est donnée par la graduation même de l'instrument; quant à la quantité de sucre par litre de solution, on l'obtient avec la table suivante :

Nombre de divisions.	Sucre dans 1 litre.	Nombre de divisions.	Sucre dans 1 litre.
—	—	—	—
	gr.		gr.
1	1,62	6	9,72
2	3,24	7	11,34
3	4,86	8	12,96
4	6,48	9	14,58
5	8,10		

S'il est nécessaire d'intervertir, on a, en appelant, comme dans la table 328, A la différence ou la somme des nombres lus sur l'échelle saccharimétrique :

$$P = \frac{200 \times A}{288 - T};\ P \times 1{,}62 = \text{sucre dans 1 litre.}$$

(330) *Table pour déterminer la richesse en sucre du jus de betteraves et autres liquides sucrés, au moyen du polarimètre ou de l'appareil* LAURENT (degrés d'arc). FRÈZE.

Degrés lus.	Degrés corrigés.	Quantités de sucre °/o rapportées au volume.	Poids spécifique de la solution.	Quantités de sucre °/o rapportées au poids.	Degrés lus.	Degrés corrigés.	Quantités de sucre °/o rapportées au volume.	Poids spécifique de la solution.	Quantités de sucre °/o rapportées au poids
8	8,8	6,6	1,0255	6,44	16	17,60	13,20	1,0509	12,56
8,25	9,07	6,8	0263	6,63	16,25	17,87	13,40	0517	12,74
8,50	9,35	7,01	0271	6,83	16,50	18,15	13,61	0524	12,93
8,75	9,62	7,22	0279	7,02	16,75	18,42	13,82	0533	13,12
9	9,90	7,43	0287	7,22	17	18,70	14,03	0541	13,31
9,25	10,17	7,63	0295	7,41	17,25	18,97	14,23	0548	13,49
9,50	10,45	7,84	0303	7,61	17,50	19,25	14,44	0556	13,68
9,75	10,72	8,04	0311	7,80	17,75	19,52	14,64	0564	13,86
10	11,00	8,25	0319	7,99	18	19,80	14,85	0572	14,04
10,25	11,27	8,45	0326	8,18	18,25	20,07	15,05	0580	14,23
10,50	11,55	8,66	0335	8,38	18,50	20,35	15,26	0588	14,41
10,75	11,82	8,87	0343	8,58	18,75	20,62	15,47	0596	14,60
11	12,10	9,08	0351	8,77	19	20,90	15,68	0604	14,79
11,25	12,37	9,28	0358	8,96	19,25	21,17	15,88	0611	14,97
11,50	12,65	9,49	0366	9,15	19,50	21,45	16,09	0619	15,15
11,75	12,92	9,69	0374	9,34	19,75	21,72	16,29	0627	15,33
12	13,20	9,90	0382	9,54	20	22,00	16,50	0635	15,51
12,25	13,47	10,10	0390	9,72	20,25	22,27	16,70	0643	15,69
12,50	13,75	10,31	0398	9,92	20,50	22,55	16,91	0651	15,88
12,75	14,02	10,52	0406	10,11	20,75	22,82	17,12	0660	16,06
13	14,30	10,73	0414	10,30	21	23,10	17,33	0667	16,24
13,25	14,57	10,93	0422	10,49	21,25	23,37	17,53	0674	16,42
13,50	14,85	11,14	0431	10,68	21,50	23,65	17,74	0682	16,61
13,75	15,12	11,34	0438	10,86	21,75	23,92	17,94	0690	16,78
14	15,40	11,55	0445	11,06	22	24,20	18,15	0698	16,97
14,25	15,67	11,75	0453	11,24	22,25	24,47	18,35	0706	17,14
14,50	15,95	11,96	0461	11,43	22,50	24,75	18,56	0714	17,32
14,75	16,22	12,17	0469	11,62	22,75	25,02	18,77	0722	17,51
15	16,50	12,38	0477	11,82	23	25,30	18,98	0729	17,69
15,25	16,77	12,58	0485	11,99	23,25	25,57	19,18	0738	17,86
15,50	17,05	12,79	0493	12,19	23,50	25,85	19,39	0746	18,04
15,75	17,32	12,99	0501	12,37	23,75	26,12	19,59	1,0753	18,22

(331) Emploi de la table précédente.

100 centimètres cubes de jus sont additionnés de 10 centimètres cubes de sous-acétate de plomb[1] et filtrés. Supposons que la rotation imprimée au plan de polarisation par une colonne de 20 centimètres soit de 18°, la table donne pour le degré corrigé 19°,80 : c'est la déviation qu'on aurait obtenue en employant le tube de 22 centimètres ; 100 centimètres cubes de jus renferment 14gr,85 de sucre ou 100 grammes de jus en renferment 14gr,04.

(332) Analyse optique des matières sucrées.

Nous avons donné table 162 les pouvoirs rotatoires des différents sucres, d'après les déterminations les plus récentes.

En calculant la prise d'essai du sucre pour le saccharimètre, avec les formules indiquées, nous trouvons : 16gr,29 d'après Hesse, et 16gr,337 d'après Tollens. Ces nombres sont très voisins, et on peut admettre avec certitude 16gr,3 comme le chiffre exact de la prise d'essai.

M. Schmitz a calculé d'après la formule de Tollens les valeurs de c grammes dans 100 cc. de solution, et de p grammes dans 100 grammes de solution, d'après α, l'angle observé, pour un tube de 20 centimètres, et suivant les formules

$$c = 0{,}75063\ \alpha + 0{,}0000766\ \alpha^2,$$
$$p = 0{,}74730\ \alpha - 0{,}001723\ \alpha^2.$$

La première formule pour se remplacer par une formule approchée $c = 0{,}752\ a$. Les valeurs de p ne sont applicables qu'aux solutions de sucre pur ; si la solution renferme des matières dissoutes autres que le sucre, on prend sa densité d, on détermine c, et on calcule $p = \frac{c}{d}$.
La table suivante donne les valeurs de c et p d'après les formules précédentes ; les différences indiquées correspondent à 1/10e de degré ou 6'.

Elle s'écarte bien peu de la table précédente de Frèze. En effet, celle-ci correspond à un pouvoir rotatoire de 66°,67 pour la saccharose ; la formule de M. Schmitz équivaut à 66°,46, et de la formule approchée $c = 0{,}752\,\alpha$, nous pouvons calculer $[\alpha] = 66{,}49$. Or nous avons vu que M. Tollens, d'après ses dernières déterminations, a conclu que, pour c égal de 0 à 18 pour 100 de saccharose en solution, on pouvait considérer $[\alpha]$ comme constant et égal à 66°,5 ; la formule de Hesse donne également $[\alpha] = 66°{,}5$ de 10 à 16 pour 100.

1. On le prépare en dissolvant 50 grammes d'acétate de plomb neutre dans 900 grammes d'eau, et faisant digérer, pendant 10 heures, cette solution avec 50 grammes de litharge en poudre très fine et fraîchement calcinée.

α.	c.		p.		α.	c.		p	
1°	0,751		0,745		26°	19,568		18,265	0,065
2	1,501		1,488	0,074	27	20,323		18,921	
3	2,253		2,226		28	21,078		19,573	
4	3,004		2,961		29	21,833		20,223	0,064
5	3,755		3,693	0,073	30	22,588		20,868	
6	4,507		4,422		31	23,343		21,510	
7	5,259		5,147		32	24,098		22,149	
8	6,010		5,868	0,072	33	24,853		22,784	0,063
9	6,762		6,586		34	25,611		23,416	
10	7,514		7,301		35	26,366		24,044	
11	8,266		8,011	0,071	36	27,122		24,670	0,062
12	9,019		8,719		37	27,878		25,291	
13	9,771	0,075	9,424		38	28,635	0,076	25,909	
14	10,529		10,124	0,070	39	29,392		26,523	0,061
15	11,277		10,821		40	30,148		27,134	
16	12,030		11,516		41	30,905		27,743	
17	12,783		12,206	0,069	42	31,662		28,347	0,060
18	13,536		12,893		43	32,420		28,948	
19	14,290		13,576		44	33,176		29,545	
20	15,044		14,257	0,068	45	33,933		30,139	0,059
21	15,797		14,933		46	34,691		30,729	
22	16,551		15,606		47	35,449		31,317	
23	17,306		16,277	0,067	48	36,207		31,900	
24	18,059		16,943		49	36,966		32,481	0,058
25	18,814		17,605		50	37,724		33,057	

Glucose — La glucose anhydre donne dans les mêmes conditions :

$$c = 0{,}94727\ \alpha + 0{,}0004258\ \alpha^2, \text{ ou } c = 0{,}9434\ \alpha,$$
$$p = 0{,}94096\ \alpha + 0{,}0081909\ \alpha^2$$

Les solutions récentes de glucose manifestent la birotation; il faut les faire bouillir pendant quelques minutes et les examiner après refroidissement

Lévulose.—Son pouvoir rotatoire est $-100 \pm 0{,}07\ t$, t étant le nombre de degrés au-dessus ou au-dessous de 15°, diminue avec la température.

$c = 0{,}500\ \alpha$ à 15° augmente ou diminue dans le même sens que la température de 0,0035 par chaque degré en dessus ou en dessous de 15° ; à 20°, par exemple, $c = 0{,}518\ \alpha$, et à 25° $c = 0{,}535\ \alpha$.

Lactose. — Son pouvoir rotatoire étant de $+ 52°{,}53 \pm 0{,}055\ t$, t étant le nombre de degrés au-dessus ou au-dessous de 20°, on peut admettre sans grande erreur $c = 0{,}957\ \alpha$ à 15°, $0{,}961\ \alpha$ à 20°.

Maltose. — La formule est environ $c = 0{,}357\ \alpha$.

Sucre interverti. — A 15°, $c = 2{,}134\ \alpha$.

Dextrines. — Les dextrines ont un pouvoir rotatoire variant de

+ 210 à + 190°, soit environ + 200; 10 cc. de liqueur de Fehling sont réduits par environ 0gr,4 de dextrine, mais cette réduction ne se manifeste qu'après un certain temps. Elles sont insolubles dans l'alcool concentré, ne dialysent ni ne fermentent.

Les mélanges de sucres peuvent s'analyser, en profitant de l'action qu'ils exercent sur la liqueur de Fehling et sur la lumière polarisée; on pratiquera au besoin l'interversion pour le sucre de cannes, et, s'aidant des tables de Clerget, on aura deux ou trois équations dont les inconnues sont faciles à résoudre algébriquement.

1° polarimétrique, raie D = 4°,615 saccharimétriques, jaune moyen.

1° saccharimétrique jaune moyen = 0°2167 polarimétrique, raie D.

162 divisions Vivien = 100 divisions saccharimétriques.

(333) *Analyse commerciale officielle des sucres.*

La prise d'essai est de 16gr,19, d'après les déterminations de MM. A. Girard et de Luynes, qui ont trouvé pour le pouvoir rotatoire du sucre: $[\alpha]D = 67°,31$ ou 67° 18′.

Les auteurs recommandent de peser 80gr,95 de sucre, qu'on dissout dans 160 cc. d'eau environ; on décante après repos sur un filtre en recevant le liquide dans un vase jaugé de 250 cc.; on lave quatre ou cinq fois le premier vase, on complète les 250 cc. avec les eaux de lavage et l'on agite pour rendre le liquide homogène.

1° On dose le sucre au polarimètre sur 50 cc. en ajoutant du sous-acétate de plomb et complétant 100 cc., filtrant et examinant le liquide filtré au tube de 20 centimètres.

On pratique l'interversion sur 50 cc., en ajoutant 5 cc. d'acide chlorhydrique pur et complétant 100 cc., puis chauffant 1/2 heure à 68°, laissant refroidir et examinant au tube de 20 centimètres.

Les sels existant dans la betterave n'influent presque pas sur le pouvoir rotatoire du sucre. Le pouvoir rotatoire de l'asparagine est annulé en ajoutant 10 pour 100 d'acide acétique. La chaux diminue beaucoup le titre du sucre; mais on la reconnaît en faisant passer dans la solution un courant d'acide carbonique; on peut la précipiter par l'oxalate d'ammonium, qui est optiquement sans action sur le sucre.

2° On dose le sucre réducteur, soit par la méthode habituelle, soit en faisant bouillir la solution de sucre, indiquée plus haut, avec un excès de liqueur de Fehling titrée; on ramène rapidement le tout à un volume déterminé, on filtre ou on laisse reposer, et sur la moitié du liquide on dose le cuivre en excès par une solution titrée de sulfure de sodium, en présence d'un excès d'ammoniaque, jusqu'à décoloration. Chaque centimètre cube de Fehling consommé = 0gr,005 de sucre réducteur.

M. Aimé Girard trouve préférable de faire bouillir la liqueur de Fehling et d'y faire couler un volume déterminé de solution sucrée, tel que le Fehling reste en excès; on filtre bouillant, on lave jusqu'à ce que l'eau filtrée ne soit plus alcaline, et on pèse à l'état de protoxyde, ou de cuivre métallique en réduisant par un courant d'hy-

drogène dans un creuset de Rose. Cu $\times$ 0,569 = sucre réducteur; on peut aussi redissoudre le protoxyde de cuivre dans de l'alun de fer additionné d'acide sulfurique, et titrer au permanganate le protoxyde de fer formé, en diluant avec de l'eau bouillie.

3° Dosage de l'eau par dessiccation à 110°, sur 1 ou 2 gr. de sucre.

4° Le résidu du dosage de l'eau est incinéré et fournit les cendres totales.

5° On introduit à l'aide d'une pipette spéciale 12^{cc},35 de solution sucrée, soit 4 grammes de sucre, dans une capsule de platine tarée, avec 1 cc. d'acide sulfurique. On évapore 2 heures à 130° et on calcine au moufle, puis on pèse le résidu salin qui constitue les cendres solubles sulfatées.

6° En retranchant de 100 les quatre premiers chiffres trouvés plus haut, le reste représente la matière organique indéterminée.

Calcul de l'analyse. — Du poids des cendres sulfatées on déduit 1/10° et on multiplie par 4, on déduit ce produit du titre saccharimétrique trouvé dans l'interversion; de la différence on déduit encore le poids du sucre réducteur multiplié par 2 et 1 1/2 pour 100 de frais de fabrication; le reste représente le rendement présumé au raffinage. M. Aimé Girard propose de multiplier par 4 les cendres corrigées, par 2 la glucose, et de retrancher du titre saccharimétrique les deux produits, plus 1,5 qui représente les déchets de fabrication.

D'après Dubrunfaut, le coefficient des cendres serait 3,73.

En Belgique on déduit du titre saccharimétrique le poids des cendres quintuplé et le poids du glucose.

Analyse aux 4/5. — Dans la méthode d'analyse dite aux 4/5 on évalue la matière organique indéterminée en admettant que son poids est égal aux 4/5 de celui des cendres; alors, en retranchant de 100 les quantités de l'eau, du glucose, des cendres et les 4/5 des cendres, la différence serait la saccharose. Cette méthode n'est pas exacte.

Le dosage des cendres d'après la méthode officielle indiquée plus haut nécessite une pipette spéciale.

On opère aussi de la manière suivante : On dose l'eau sur 5 grammes dans une capsule en platine; au résidu on ajoute 2 cc. d'acide sulfurique, on calcine au rouge sombre, on mouille le charbon et on laisse sécher à 100°, puis on termine l'incinération au moufle. Sur un autre essai on détermine la matière minérale insoluble, qu'on déduit des cendres sulfatées trouvées.

(334) *Richesse en amidon des pommes de terre.*

On détermine à l'aide d'une balance hydrostatique la densité des pommes de terre sur un échantillon moyen de 5 kilogrammes. Cette balance porte d'un côté deux paniers superposés, dont l'un, l'inférieur, plonge dans l'eau. On tare le système, on pèse dans le panier supérieur 5 kilogrammes de pommes de terre, puis on les fait passer dans le panier inférieur et on enlève des poids pour rétablir l'équilibre. En divisant 5 par le 2° poids, on a la densité des pommes de terre.

Densité.	Mat. sèche.	Amidon.	Densité.	Mat. sèche.	Amidon.	Densité.	Mat. sèche.	Amidon.
1080	19,7	13,9	1110	26,1	20,3	1140	32,5	26,7
82	20,1	14,3	12	26,5	20,7	42	33,0	27,2
84	20,5	14,7	14	26,9	21,1	44	33,4	27,6
86	20,9	15,1	16	27,4	21,6	46	33,8	28,0
88	21,4	15,6	18	27,8	22,2	48	34,3	28,5
1090	21,8	16,0	1120	28,3	22,5	1150	34,7	28,9
92	22,2	16,4	22	28,7	22,9	52	35,1	29,3
94	22,7	16,9	24	29,1	23,3	54	35,6	29,8
96	23,1	17,3	26	29,5	23,7	56	36,0	30,2
98	23,5	17,7	28	30,0	24,2	58	36,4	30,6
1100	24,0	18,2	1130	30,4	24,6			
02	24,4	18,6	32	30,8	25,0			
04	24,8	19,0	34	31,3	25,5			
06	25,2	19,4	36	31,7	25,9			
08	25,7	19,9	38	32,1	26,3			

L'amidon, traité par 20 p. d'eau renfermant 2 pour 100 de soude caustique, se transforme en une matière translucide et incolore, entièrement fluidifiée par l'acide chlorhydrique, sans aucun résidu. Les cendres ne doivent pas dépasser 1 pour 100.

Section X. — Agriculture.

(335) *Analyse d'une poudrette* (L'Hôte).

	A l'état normal.	Supposée sèche.
Matières organiques azotées	32,81	47,00
Ammoniaque toute formée	0,59	0,85
Acide nitrique	0,30	0,43
Acide phosphorique	4,18	5,99
Acide carbonique	2,87	4,11
Acide sulfurique	3,50	5,02
Chlore	0,36	0,52
Potasse et soude	2,15	3,08
Chaux	6,70	9,59
Magnésie et oxyde de fer	2,72	3,90
Silice, sable, argile	12,62	19,51
Eau	30,20	»
Azote total	1,52	2,17

(336) *Analyse des engrais industriels.*

I. *Engrais azotés.*	*Éléments à doser.*
Débris de chair desséchés Sang desséché Déchets de laine, drap Déchets de corne, cuirs, poils	Azote insoluble.
Sulfate d'ammoniaque Nitrate de potasse Nitrate de soude	Azote soluble et potasse (dans le nitrate de potasse).
II. *Engrais phosphatés.*	
Phosphates ou coprolithes Phosphate précipité Cendres d'os	Acide phosphorique insoluble.
Superphosphates	Acide phosphorique sous ses trois formes.
III. *Engrais phosphatés et azotés.*	
Poudre d'os Poudrette Noir de raffinerie Tourteaux divers	Azote organique, acide phosphorique total.
Superphosphates azotés Guanos bruts Guanos traités par l'acide sulfurique Phosphoguanos	Acide phosphorique sous ses trois formes. Azote ammoniacal. Azote insoluble.
IV. *Engrais phosphatés et potassés.*	
Cendres de bois Cendres de tourbe Cendres de houille	Acide phosphorique insoluble, potasse.
V. *Engrais potassiques.*	
Chlorure de potassium Sulfate de potasse Salins de betterave Carbonate de potasse	Potasse.

(337) *Réactif ammoniaco-magnésien.*

Cette solution, assez souvent employée pour le dosage de l'acide phosphorique, se prépare avec 110 grammes de sulfate de magnésium cristallisé (ou 90 grammes de chlorure de magnésium cristallisé) et 140 grammes de chlorure d'ammonium, pour 1700 cc. d'eau et 300 cc. d'ammoniaque de densité 0,91.

(338) *Calcul de la richesse des betteraves en sucre* (Édouard Delville).

Densité.	Facteur.	Densité.	Facteur.	Densité.	Facteur.	Densité.	Facteur.	Densité.	Facteur.
104	0,164	105	0,163	106	0,161	107	0,159	108	0,158
104,1	0,164	105,1	0,162	106,1	0,161	107,1	0,159	108,1	0,158
104,2	0,164	105,2	0,162	106,2	0,161	107,2	0,159	108,2	0,158
104,3	0,164	105,3	0,162	106,3	0,160	107,3	0,159	108,3	0,157
104,4	0,163	105,4	0,162	106,4	0,160	107,4	0,159	108,4	0,157
104,5	0,163	105,5	0,162	106,5	0,160	107,5	0,159	108,5	0,157
104,6	0,163	105,6	0,162	106,6	0,160	107,6	0,158	108,6	0,157
104,7	0,163	105,7	0,162	106,7	0,160	107,7	0,158	108,7	0,157
104,8	0,163	105,8	0,162	106,8	0,159	107,8	0,158	108,8	0,157
104,9	0,163	105,9	0,161	106,9	0,159	107,9	0,158	108,9	0,156

Cette table est destinée à faciliter le calcul de la richesse des betteraves en sucre.

Elle a été dressée pour l'usage de saccharimètres type Duboscq-Soleil à poids normal de 16gr,35 et en supposant que la betterave contient 0,95 de son poids de jus, chiffre généralement admis dans les transactions.

Pour calculer le °/₀ de sucre dans la betterave au moyen de cette table, deux déterminations sont nécessaires : 1° la densité du jus à la température de 15° centigr. ; 2° la polarisation du jus après addition de 1/10 de sous-acétate de plomb. Cela étant fait, on cherchera la densité dans le tableau et l'on multipliera le nombre de degrés lu sur l'échelle du saccharimètre par le facteur placé en face de la densité ; le produit de la multiplication sera le °/₀ de sucre dans la betterave.

Exemple. — Le jus marque 105 de densité ; le saccharimètre marque 60°. La richesse de la betterave est $0{,}163 \times 60 = 9{,}78$ °/₀.

Section XI. — Alcools, Vins, Vinaigres et Bières.

(Voir tables **62, 74** à **78**).

(339) *Degré réel de l'alcool à 15°, ou volume d'alcool absolu dans 100 volumes de liquide alcoolique, d'après le degré de l'alcoomètre, observé à différentes températures* (Gay-Lussac).

Degré du thermom. C.	Degré de l'alcoomètre observé (interpoler pour les degrés intermédiaires).													
	35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°	95°	100°
10	37	42	46,9	51,8	56,8	61,7	66,7	71,6	76,5	81,5	86,4	91,2	96,0	
11	36,6	41,6	46,6	51,5	56,4	61,4	66,4	71,3	76,2	81,2	86,1	91,0	95,8	
12	36,2	41,2	46,2	51,1	56,0	61,0	66,0	71,0	75,9	80,9	85,8	90,7	95,6	
13	35,8	40,8	45,8	50,8	55,7	60,7	65,7	70,6	75,6	80,6	85,5	90,5	95,4	
14	35,4	40,4	45,4	50,4	55,3	60,3	65,3	70,3	75,3	80,3	85,3	90,2	95,2	
16	34,5	39,5	44,6	49,6	54,6	59,6	64,7	69,7	74,7	79,7	84,7	89,7	94,8	99,8
17	34,1	39,1	44,2	49,3	54,3	59,3	64,3	69,3	74,3	79,4	84,4	89,5	94,6	99,7
18	33,7	38,7	43,8	48,9	53,9	58,9	64,0	69,0	74,6	79,1	84,1	89,2	94,3	99,5
19	33,3	38,3	43,5	48,5	53,6	58,6	63,7	68,7	73,7	78,8	83,9	88,9	94,1	99,3
20	32,9	37,9	43,1	48,2	53,2	58,2	63,3	68,4	73,4	78,5	83,6	88,7	93,9	99,1
21	32,5	37,5	42,7	47,8	52,9	57,9	63,0	68,1	73,1	78,2	83,3	88,4	93,7	99,0
22	32,1	37,1	42,3	47,4	52,5	57,5	62,7	67,8	72,8	77,9	83,0	88,2	93,4	98,8
23	31,7	36,7	41,9	47,0	52,1	57,1	62,3	67,4	72,5	77,6	82,7	87,9	93,3	98,6
24	31,3	36,3	41,5	46,6	51,8	56,8	62,0	67,1	72,2	77,3	82,4	87,6	93,0	98,4
25	30,9	35,9	41,1	46,3	51,4	56,5	61,6	66,7	71,8	77,0	82,1	87,4	92,7	98,2

Suite de la table précédente, de 17 à 32°.

Degrés du thermom. C.	Degré de l'alcoomètre observé.															
	17°	18°	19°	20°	21°	22°	23°	24°	25°	26°	27°	28°	29°	30°	31°	32°
10	18,1	19,2	20,2	21,3	22,4	23,5	24,6	25,8	26,9	28,0	29,1	30,1	31,1	32,1	33,1	34,1
11	17,9	19,0	20,0	21,0	22,1	23,2	24,3	25,4	26,5	27,7	28,7	29,7	30,7	31,7	32,7	33,7
12	17,6	18,7	19,7	20,7	21,8	22,9	24,0	25,1	26,1	27,2	28,2	29,2	30,2	31,2	32,2	33,2
13	17,4	18,5	19,5	20,5	21,5	22,6	23,7	24,7	25,7	26,8	27,8	28,8	29,8	30,8	31,8	32,8
14	17,2	18,2	19,2	20,2	21,2	22,3	23,3	24,3	25,3	26,4	27,4	28,4	29,4	30,4	31,4	32,4
16	16,9	17,8	18,7	19,7	20,7	21,7	22,7	23,7	24,7	25,7	26,7	27,6	28,6	29,6	30,6	31,6
17	16,6	17,5	18,4	19,4	20,4	21,4	22,4	23,4	24,4	25,4	26,3	27,3	28,2	29,2	30,2	31,2
18	16,3	17,3	18,2	19,0	20,1	21,1	22,0	23,0	24,0	25,0	25,9	26,9	27,8	28,8	29,8	30,8
19	16,1	17,0	17,9	18,8	19,8	20,8	21,7	22,7	23,6	24,6	25,5	26,4	27,3	28,3	29,3	30,3
20	15,8	16,7	17,6	18,5	19,5	20,5	21,4	22,4	23,3	24,3	25,2	26,1	27,0	27,9	28,9	29,9
21	15,5	16,4	17,3	18,2	19,1	20,1	21,1	22,1	22,9	23,9	24,8	25,6	26,6	27,5	28,5	29,5
22	15,3	16,2	17,0	17,9	18,8	19,8	20,7	21,6	22,6	23,5	24,3	25,2	26,2	27,1	28,1	29,1
23	15,0	15,9	16,7	17,6	18,5	19,4	20,3	21,3	22,2	23,1	24,0	24,9	25,8	26,7	27,7	28,7
24	14,8	15,7	16,5	17,4	18,2	19,1	20,0	21,0	21,8	22,7	23,6	24,5	25,4	26,3	27,3	28,3
25	14,5	15,4	16,2	17,1	17,9	18,8	19,7	20,6	21,5	22,4	23,2	24,2	25,1	26,0	27,0	28,0
26	14,2	15,1	15,9	16,7	17,6	18,5	19,4	20,3	21,2	22,1	22,9	23,8	24,7	25,6	26,6	27,6
27	13,9	14,8	15,6	16,4	17,3	18,2	19,1	20,0	20,8	21,7	22,6	23,5	24,3	25,2	26,2	27,2
28	13,6	14,4	15,2	16,0	16,9	17,9	18,8	19,6	20,5	21,4	22,4	23,1	23,9	24,8	25,8	26,8

Suite de la table précédente de 1 à 16°

Degré du thermom. C.	Degré de l'alcoomètre observé.															
	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	12°	13°	14°	15°	16°
10	1,4	2,4	3,4	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5	9,5	10,6	11,7	12,7	13,8	14,9	16,0	17,0
11	1,3	2,4	3,4	4,4	5,4	6,4	7,4	8,4	9,4	10,5	11,6	12,6	13,6	14,7	15,8	16,8
12	1,2	2,3	3,3	4,3	5,3	6,3	7,3	8,3	9,3	10,4	11,5	12,5	13,5	14,6	15,6	16,6
13	1,2	2,2	3,2	4,2	5,2	6,2	7,2	8,2	9,2	10,3	11,4	12,4	13,4	14,4	15,4	16,4
14	1,1	2,1	3,1	4,1	5,1	6,1	7,1	8,1	9,1	10,2	11,2	12,2	13,2	14,2	15,2	16,2
16	0,9	1,9	2,9	3,9	4,9	5,9	6,9	7,9	8,9	9,9	10,9	11,9	12,9	13,9	14,9	15,9
17	0,8	1,8	2,8	3,8	4,8	5,8	6,8	7,8	8,8	9,8	10,8	11,7	12,7	13,7	14,7	15,6
18	0,7	1,7	2,7	3,7	4,7	5,7	6,7	7,7	8,7	9,7	10,7	11,6	12,5	13,5	14,5	15,4
19	0,6	1,6	2,6	3,6	4,6	5,5	6,5	7,5	8,5	9,5	10,5	11,4	12,4	13,3	14,3	15,2
20	0,5	1,5	2,4	3,4	4,4	5,4	6,4	7,3	8,3	9,3	10,3	11,2	12,2	13,1	14,0	14,9
21	0,4	1,4	2,3	3,3	4,3	5,2	6,2	7,1	8,1	9,1	10,1	11,0	11,9	12,8	13,7	14,6
22	0,3	1,3	2,2	3,2	4,1	5,1	6,1	7,0	7,9	8,9	9,9	10,8	11,7	12,6	13,5	14,4
23	0,1	1,1	2,1	3,1	4,0	4,9	5,9	6,8	7,8	8,7	9,7	10,6	11,5	12,4	13,3	14,1
24	»	1,0	1,9	2,9	3,8	4,8	5,8	6,7	7,6	8,5	9,5	10,4	11,3	12,2	13,1	13,9
25	»	0,8	1,7	2,7	3,6	4,6	5,5	6,5	7,4	8,3	9,3	10,2	11,1	12,0	12,8	13,6
26	»	0,7	1,6	2,6	3,5	4,4	5,4	6,3	7,2	8,1	9,0	9,9	10,8	11,7	12,3	13,4
27	»	0,5	1,5	2,4	3,3	4,3	5,2	6,1	7,0	7,9	8,8	9,7	10,5	11,5	12,0	13,1
28	»	0,3	1,3	2,2	3,1	4,1	5,0	5,9	6,8	7,7	8,6	9,5	10,3	11,2	11,7	12,8

(340) *Conversion des centièmes en volume en centièmes en poids (corrigés) pour l'alcool.*

Volumes.	Poids.	Volumes.	Poids.	Volumes.	Poids.	Volumes	Poids.
1	0,80	12	9,68	60	52,20	89	84,46
2	1,60	13	10,51	70	62,50	90	85,75
3	2,40	14	11.33	80	73,59	91	87.09
4	3,20	15	12,15	81	74.74	92	88.37
5	4	16	12,98	82	75,91	93	89,71
6	4,81	17	13,80	83	77,09	94	91,07
7	5,62	20	17,28	84	78,29	95	92,46
8	6,43	25	20,46	85	79,50	96	93,89
9	7,24	30	25,69	86	80,71		
10	8,05	40	33,39	87	81,94		
11	8,87	50	42,52	88	83,19		

(341) *Points d'ébullition de l'alcool aqueux* (GRONING).

Température de la vapeur.	Alcool °/₀ en volume dans le liquide bouillant.	Alcool °/₀ en volume dans le produit qui distille.	Température de la vapeur.	Alcool °/₀ en volume dans le liquide bouillant.	Alcool °/₀ en volume dans le produit qui distille.
°			°		
77,2	92	93	87,5	20	71
77.5	90	92	88,7	18	68
77,8	85	91,5	90,0	15	66
78,2	80	90.5	91,2	12	61
78,7	75	90	92,5	10	55
79.4	70	89	93,7	7	50
80,0	65	87	95,0	5	42
81,2	50	85	96,2	3	36
82,5	40	82	97,5	2	28
83,7	35	80	98,7	1	13
85,0	30	78	100,0	0	—
86,2	25	76			

Nous avons trouvé pour les points d'ébullition de l'alcool aqueux, le thermomètre étant plongé dans le liquide (Laboratoire municipal).

Alcool °/₀ vol.	Point d'ébull.	Alcool °/₀ vol.	Point d'ébull.	Alcool °/₀ vol.	Point d'ébull.	Alcool °/₀ vol.	Point d'ébull.	Alcool °/₀ vol.	Point d'ébul.
0	100	5	95,8	10	92,7	15	90,2	20	88,2
1	99,0	6	95,1	11	92,1	16	89,8	21	87,9
2	98.1	7	94,5	12	91,5	17	89.3	22	87.6
3	97,3	8	93,8	13	91,0	18	88,9	23	87,3
4	96,6	9	93,3	14	90,5	19	88,5	24	87,0

(342) *Vinaigres.*

Acidité. — On la détermine par liqueur titrée, en présence de la phtaléine du phénol : si on opère sur 10 cc. de vinaigre dilués, en se servant de la soude normale, le nombre de centimètres cubes multipliés par 6 donne l'acidité en grammes d'acide acétique par litre; ou par 4,9, en acide sulfurique hydraté par litre. Les vinaigres de vin renferment de 55 à 90 grammes d'acide acétique par litre.

La liqueur acétimétrique de Réveil se prépare avec 45 grammes de borax et un peu de soude caustique dans un litre d'eau colorée par du tournesol : 20 cc. saturent 4 cc. d'acide normal de Gay-Lussac.

Dans l'acétimètre on verse 4 cc. de vinaigre jusqu'au trait 0, puis la liqueur de borax jusqu'à la coloration rouge vineux : la graduation donne le nombre de litres (D = 1,055) d'acide cristallisable dans un hectolitre de vinaigre.

(343) *Points de fusion de l'acide acétique.*

Eau °/₀.	Température.	Eau °/₀.	Température.	Eau °/₀.	Température.
0	+16,7	5	+9,4	12	+2,7
0,5	15,9	6	8,2	15	—0,2
1	14,8	7	7,1	18	—2,6
1,5	14	8	6,2	21	—5,1
2	13,2	9	5,3	24	—7,4
3	12	10	4,3		
4	10,5	11	3,6		

Section XII. — Tannins.

(344) *Dosage des tannins par le permanganate.*

Un poids déterminé de matières tannantes est épuisé par l'eau, et la solution est étendue à 1 litre. On prélève alors 40 centimètres cubes, par exemple, de la liqueur, et on précipite par un excès d'acétate de zinc dissous dans un excès d'ammoniaque. On chauffe le tout à l'ébullition et on évapore au moins au tiers du volume primitif, on laisse refroidir, on filtre pour séparer le précipité de tannate de zinc, on le lave à l'eau bouillante, puis on le dissout dans l'acide sulfurique étendu et on ajoute une solution de permanganate de potassium de titre connu jusqu'à coloration rose persistante.

Le titre de la solution de permanganate de potassium peut s'établir au moyen d'une solution de 1 gramme de tannin pur dans 1 litre d'eau. Si, par exemple, 20 centimètres cubes de cette solution de tannin exigent 10 centimètres cubes de permanganate de potassium, 1 centimètre cube de cette dernière correspondra à 0gr,002 de tannin. — Voir la table 101 indiquant la richesse d'une solution aqueuse de tannin à + 17°,5.

Section XIII — Papiers, Fibres textiles.

(345) *Caractères distinctifs des fibres d'origine animale et des fibres d'origine végétale.*

1° Lorsqu'on brûle une partie des tissus :

Les fibres animales se boursouflent, brûlent difficilement et dégagent une odeur analogue à celle de la corne brûlée.

Les fibres végétales brûlent rapidement, laissent peu de cendres et dégagent une odeur empyreumatique.

	Soude ou potasse caustique à 8 % d'alcali poids sp. : = 1,05 ou 6°,7 Baumé.	Acide nitrique concentré.	Réactif de Schweitzer. (Table 381.)	Plombate sodique bouillant. Lessive de soude au 15e ou à 5° B., bouillie avec un excès de litharge et décantée.	Chlorure de zinc à 60° B.
Fibres animales.	Se dissolvent à l'ébullition. Avec la laine, col. violette par le nitroprussiate sodique.	Se colorent en jaune par ébullition.	Ce réactif dissout la soie, laisse la laine intacte.	Donnent une coloration brune avec la laine et les poils (rien avec la soie).	La soie se dissout à la température de 100°, l'eau en excès pr. à nouveau la soie. La laine n'est pas attaquée.
Fibres végétales.	Sont à peine attaquées.	Restent incolores.	Ce réactif dissout lentement le coton, le lin et le chanvre.	Ne produisent aucune coloration.	Pas attaquées.

Enfin, en plongeant dans une solution chaude d'un sel de rosaniline dissous dans l'ammoniaque (solution de rosaniline) les fibres ou tissus, passant ensuite dans l'eau de manière à enlever l'excès d'alcali, les fibres animales se teignent, tandis que les fibres végétales restent blanches.

(346) *Réactif de Peligot (de Schweitzer).*

On précipite par la potasse une solution de sulfate de cuivre ammoniacal, on filtre et on dissout l'hydrate bleu obtenu ainsi dans 15 parties d'ammoniaque ; on filtre sur de l'amiante.

(347) *Analyse des tissus mixtes.*

1° On pèse quatre échantillons égaux de 2 grammes environ : le 1er est séché à l'étuve et pesé après reprise de l'humidité normale.

2° Les trois autres sont traités un quart d'heure par 200 cc. d'eau bouillante avec 3 pour 100 de HCl ; on fait bouillir en carbonate de soude à 1° Baumé ; on renouvelle au besoin ce traitement, et on lave à l'eau acidulée, puis à l'eau ; on dessèche le 2e échantillon et on le pèse après reprise : la différence avec le 1er donne la charge, la teinture et l'apprêt. Pour les soies chargées en noir, ajouter un peu d'acide oxalique au bain acide.

3° Les deux morceaux restants sont essorés au papier buvard et plongés 1 minute dans du chlorure de zinc bouillant (saturé avec de l'oxyde de zinc et concentré à 60° Baumé), puis lavés à l'eau aiguisée de HCl, puis à l'eau pure ; un des morceaux est séché et pesé après reprise, et donne, par différence avec le 2e, la *soie*.

4° Enfin le 4e morceau, essoré au papier, est bouilli un quart d'heure avec 100 cc. de soude caustique à 8° Baumé, le résidu lavé à l'eau, séché et pesé après reprise ; son poids, avec 5 pour 100 pour les pertes, donne la fibre végétale, et la différence avec le 3e poids donne la laine.

(348) *Papiers.*

Le *papier à la mécanique* encollé avec la résine renferme toujours une certaine quantité de fécule, qu'on décèle facilement au moyen d'une solution étendue d'iode, qui produit une coloration bleu d'indigo.

Pour l'examen microscopique, on fait macérer un peu de papier dans l'eau chaude, et on examine une parcelle de la bouillie : on discerne ainsi les éléments qui entrent dans ce papier.

Le *papier à la main*, encollé à la gélatine, donne à l'analyse une certaine quantité d'azote. Il en est de même pour les *papiers gris non collés* renfermant de la laine ou de la soie.

Recherche du papier de bois. — Dans un tube à essais on introduit environ 0gr,1 de naphtylamine, puis quelques gouttes d'acide sulfurique et de l'eau, et on chauffe ; dans ce liquide on laisse tomber une lanière du papier à examiner. S'il contient du bois, l'examen microscopique décèle des parties colorées et jaunes provenant du bois, tandis que la fibre blanchie des chiffons reste intacte.

Section XIV. — Lait.

(349) *Composition moyenne du lait de vache.*

Le lait de vache est éminemment variable dans sa composition, sui-

vant la race et l'âge de la vache, l'époque de la fécondation et du part, la nourriture; le lait du matin est plus abondant et moins riche en général que le lait du soir. Le tableau suivant résume ces variations.

Eau............	82 à 88,5 %	Albumine..........	0,3 à 0,6 %
Beurre.........	2,7 à 6,5	Lactose..........	4,5 à 6,5
Caséine........	3 à 5	Sels.............	0,6 à 0,8

Mais si le lait est mélangé, par exemple, qu'il représente le produit d'une ou de plusieurs étables, les différences individuelles s'effacent, et le lait ne s'écarte pas sensiblement de la composition suivante:

Extrait 134 grammes, Beurre 42 grammes.

Nous ferons seulement une exception pour les vaches de race hollandaise, qui donnent au moins :

Extrait 120 grammes, Beurre 32 grammes.

mais dont le rendement en quantité est par contre plus considérable.

Si l'on déduit le beurre de l'extrait, le reste varie entre 80 et 110 grammes par litre, en moyenne 90 à 95 grammes.

Le lait donne de 10 à 14 pour 100 de crème, renfermant de 20 à 70 pour 100 de beurre. Le lait bouilli s'écrème mal.

Les cendres du lait sont formées presque exclusivement de phosphates et de chlorures de potassium, calcium, sodium et magnésium, avec des traces de sulfates; la quantité de chlore varie de 0,8 à 1,4 gramme par litre de lait.

(350) *Essai au lactodensimètre* (Quevenne).

1° On verse du lait dans le crémomètre jusqu'à 1 centimètre environ du trait 0°, on y plonge le densimètre et on note le degré; ce degré, 29 par exemple, correspond à la densité 1,029, et ainsi de suite. On note ensuite la température et on fait la correction d'après la table **351**, l'instrument étant gradué à 15°.

2° On ajoute du lait jusqu'au trait 0°, et on laisse reposer 24 heures, la température étant voisine de 15°. On note l'épaisseur de la couche de crème. Chaque division indique 1 pour 100 de crème dans le lait. Il doit y en avoir de 10 à 14 pour 100.

3° On enlève la crème avec une petite cuiller hémisphérique, et on prend la densité et la température du lait écrémé. La table **351** donne la correction.

Le lait pur ne marque jamais moins de 30° ou 1,030 de densité. Cependant les laits très crémeux marquent quelquefois 26°.

Eau ajoutée.	Degré du lait pur.	Degré du lait écrémé.	Eau ajoutée.	Degré du lait pur.	Degré du lait écrémé.
0	33 à 29	36,5 à 32,5	3/10	23 à 20	26 à 23
1/10	29 à 26	32,5 à 29	4/10	20 à 17	23 à 19
2/10	26 à 23	29 à 26	5/10	17 à 14	19 à 16

(351) *Correction pour le lait.*

Degrés de l'instrument.	Lait non écrémé. Température				Lait écrémé. Température.			
	5°	10°	20°	25°	5°	10°	20°	25°
15	−0,9	−0,6	+0,8	+1,8				
20	1,1	0,7	0,9	1,9	−0,7	−0,5	+0,8	+1,7
22	1,2	0,7	1	2,1	0,7	0,5	0,8	1,7
24	1,2	0,7	1	2,1	0,9	0,6	0,8	1,7
26	1,3	0,8	1,1	2,2	1	0,7	0,8	1,8
28	1,4	0,9	1,2	2,4	1	0,7	0,9	1,9
30	1,6	1	1,2	2,5	1,1	0,7	0,9	1,9
32	1,7	1	1,3	2,7	1,1	0,7	1	2,1
34	1,9	1,1	1,3	2,8	1,2	0,8	1	2,2

Section XV. — Urine.

(352) *Essai des urines.*

Réaction de l'urine. — On la cherche au papier de tournesol. Si elle est alcaline, on en approche le bouchon en verre du flacon d'acide nitrique, qui développe des fumées avec l'urine ammoniacale.

Densité. — On la détermine au moyen d'un densimètre allant de 1,000 à 1,050, sur le mélange des urines recueillies pendant toute la durée du temps considéré : en général 24 heures. On note cette quantité au décilitre près. La correction due à la température est de 0,15 par degré au-dessus ou au-dessous de 15°, additive si la température est supérieure à 15°, soustractive si elle est inférieure.

Les deux derniers chiffres entiers du nombre exprimant le poids du litre en grammes, multipliés par 2, ou plus exactement 2,2, donnent le poids des matières solides en grammes par litre d'urine.

Recherche de l'albumine. — On coagule l'urine par la chaleur. avec quelques gouttes d'acide acétique ou par l'acide nitrique pur à froid. Les deux réactions doivent être faites pour caractériser l'albumine. On peut y ajouter la précipitation par le ferrocyanure de potassium en présence d'acide acétique.

Recherche du sucre. — L'urine est chauffée à l'ébullition avec de la potasse ou bien avec de la chaux éteinte (10 pour 100); la liqueur devient plus ou moins brune suivant la quantité de sucre.

Par la liqueur cupropotassique, en chauffant d'abord le réactif et ajoutant ensuite l'urine, il se fait le précipité rouge bien connu.

Par la liqueur de Lœwe : faire dissoudre 15 grammes de sous-nitrate de bismuth dans un mélange chauffé à 100° de 30 grammes glycérine, 70 cc. lessive de soude d'une densité de 1,34 et 150 cc. eau, et filtrer. On l'emploie comme la liqueur de Fehling.

Un précipité noir pur indique seul le glucose; c'est alors une réaction caractéristique et sûre. Un dépôt gris ou brun ne doit pas être considéré comme indiquant la présence du sucre.

Dosage du sucre par le polarimètre ou la liqueur de Fehling (voy. tables **323, 324 et 327**).

En retranchant du poids des matières solides contenues dans les urines de 24 heures 40 grammes au début du diabète et 50 grammes quand le traitement est commencé et qu'il se produit une plus grande quantité d'urée : le reste représente sensiblement le glucose excrété.

Dosage de l'urée par le procédé Yvon. — Formule de la liqueur . lessive de soude 35 cc., eau distillée 125 cc.; ajouter brome 5 cc. 1 cc. d'azote = $2^{mg},94$ d'urée, le gaz étant réduit à 0^0 et 760^{mm}, sec; $0^g,1$ d'urée = 34 cc. d'azote.

Si l'on ajoute à 1 cc. d'urine 2 cc. d'une solution à 30 pour 100 de glucose ou de sucre, par exemple en lavant le haut du tube, 1 décigramme d'urée donne le chiffre théorique de $37^{cc},3$, soit 1 cc. d'azote sec, ramené à 0^0 et 760^{mm} = $2^{mg},68$ d'urée.

Si l'on introduit dans l'appareil 1 cc. d'urine pure, la table suivante donne la teneur en grammes d'urée par litre, l'azote étant ramené à 0^0 et 760^{mm} sec (table **66**).

Azote cc.	Sans glucose.	Avec glucose.	Azote cc.	Sans glucose.	Avec glucose
1	2,94.	2,68	6	17,65	16,08
2	5,88	5.36	7	20,59	18,77
3	8,82	8,04	8	23,53	21,45
4	11,76	10,72	9	26,47	24,13
5	14,70	13,40	10	29,41	26,81

Recherche de la bile. — Par l'acide nitrique rouge et fumant, successivement colorations rouge, violette, puis verte.

On plonge dans 50 cc. d'urine bouillante, additionnée de 2 cc. de solution de sulfate d'aluminium à 5 grammes par litre, un peu de soie blanche qui se teint en jaune. Il suffit ensuite de la laver à l'eau : la série des échantillons colorés plus ou moins donne une idée de la marche de la maladie.

(353) *Examen des sédiments et des calculs.*

Il doit être précédé d'un examen microscopique, qui ne pourrait rentrer dans le cadre de cet ouvrage. On recueille les sédiments en décantant presque en entier après le repos l'urine claire et en se servant du dépôt avec le peu de liquide surnageant. Si les sédiments ne sont pas organisés, on chauffe un peu de liquide avec le dépôt. Les urates se dissolvent. Les cristaux non dissous sont de l'oxalate de calcium,

d'aspect caractéristique (en enveloppe de lettres), insoluble dans l'acide acétique, ou des phosphates de calcium ou de magnésium ammoniacal. Ce dernier a une forme caractéristique (cercueils) ; l'autre est amorphe ; les deux se dissolvent dans l'acide acétique. Enfin on pourrait avoir affaire à du carbonate de calcium ou de magnésium globulaire, solubles dans les acides avec effervescence, ou à de la graisse soluble dans l'éther.

Les calculs sont examinés de la même manière. On les réduit en poudre, on en calcine un fragment pour voir s'il contient de la matière organique ou s'il laisse un résidu fixe, et dans ce cas on en fait l'analyse comme d'habitude par les méthodes de l'analyse minérale Dans le cas d'urates, on cherche d'abord l'ammoniaque par ébullition avec la potasse étendue, ensuite on les incinère et on examine le résidu. Il faut aussi rechercher l'acide oxalique dans les calculs. La cystine est caractérisée par ses cristaux hexagonaux.

Les différentes couches des calculs sont examinés séparément.

Section XVI. — Photographie.

Pour les densités des solutions, voy. les tables **80**, **90**, **99**, **108** à **113**, **122**, **123**, **124**.

Pour les solubilités, la table **219**.

(354) *Quantités correspondantes de divers composés d'argent employés en photographie.*

Argent.	Nitrate.	Chlorure.	Bromure.	Iodure.
1	1,574	1,328	1,741	2,176
0,6353	1	0,844	1,106	1,382
0,7523	1,184	1	1,310	1,638
0,5744	0,904	0,763	1	1,250
0,4595	0,723	0,610	0,800	1

(355) *Quantités correspondantes de divers sels d'or employés en photographie.*

Or.	Chlorure neutre.	Chlorure d'or et de potassium.	Chlorure d'or et de sodium.
1	1,542	2,1048	2,0229
0,6485	1	1,3645	1,3119
0,4751	0,7326	1	0,9611
0,4943	0,7623	1,0405	1

(356) *Calcul des temps de pose.*

On obtient le temps de pose en multipliant quatre coefficients, dont deux peuvent se calculer à l'avance, et qui sont relatifs à la *plaque sensible*, à l'*objectif*, au *sujet* et à l'*éclairement*.

α. Le *coefficient de pose d'une plaque*, c'est-à-dire l'inverse de sa sensibilité, varie, pour les préparations actuelles de gélatino-bromure, de 0,01 à 0,05; il est de 1 environ pour le collodion humide. Connaissant celui d'une plaque donnée, on peut déterminer celui d'une autre plaque en exposant chacune d'elles à la lumière d'une bougie distante de 1 mètre, par bandes qui recevront l'action lumineuse pendant 1, 2, 3... secondes. On découvrira pour cela progressivement la plaque par bandes de 1 centimètre environ, en se guidant sur les oscillations d'un grossier pendule de 1 mèt. de long. Révélant ensuite à fond, l'on comparera les deux clichés, et l'on constatera, par exemple, que la bande de la première plaque, exposée 5 secondes, présente la même teinte que la bande de la deuxième exposée 2 secondes. Le rapport des sensibilités est donc 2/5, et si le coefficient de pose de la première plaque est 0,05, celui de la seconde sera 0,02.

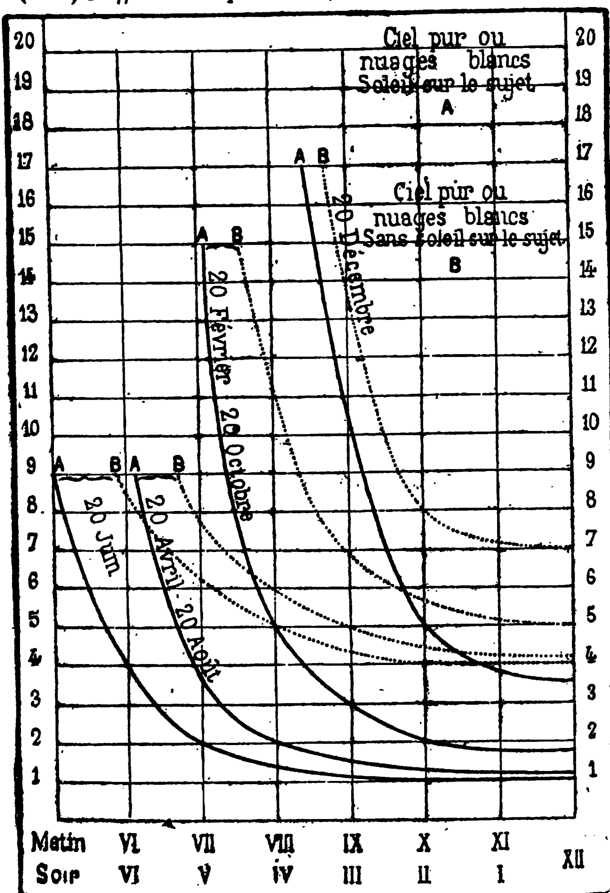
Si l'on a noté soigneusement les conditions dans lesquelles on a obtenu une bonne épreuve avec un temps de pose connu, on pourra déterminer directement α à l'aide de la formule qu'on trouve plus bas.

β. Le *coefficient de pose d'un objectif* est l'inverse de sa clarté. On peut supposer qu'il est indépendant de la distance de l'objet reproduit, pourvu que cette distance soit plus grande que 12 fois la longueur focale principale f (hauteur d'un homme au plus 15 centimètres). Il est alors donné par la formule $\beta = \frac{1}{100}\,\frac{f^2}{d^2}$, d étant le diamètre du diaphragme mesuré avec la même unité que f. D'après cette formule, $\beta = 1$ pour un objectif diaphragmé au dixième (ce qu'on note généralement $f/10$). Pour les courtes distances, il faudra multiplier β, obtenu comme précédemment, par 1,5 si l'objet est reproduit au quart, par 1,75 s'il est réduit au tiers, par 2,2 s'il est réduit à la moitié, enfin par 4 s'il est reproduit en grandeur naturelle.

γ. Le *coefficient de pose relatif à l'éclairement* varie avec la hauteur du soleil (c'est-à-dire avec la date et l'heure), avec la présence de nuages, de brouillard, etc. Les courbes du tableau 357 donnent pour γ soit la valeur A qui s'emploie lorsque, le ciel étant pur ou avec nuages blancs, le soleil frappe directement le sujet à reproduire, soit la valeur B qui sert lorsque le ciel est semblable, mais que le sujet n'est pas au soleil. Le temps est-il gris et couvert, il faut naturellement augmenter la pose; on prendra par exemple $\gamma = A + B$ et le double de ce nombre si le ciel est très sombre.

δ. Les principaux *coefficients de pose relatifs au sujet* se trouvent dans la table 358. On remarquera que les six dernières lignes se rapportent à des cas où l'on n'a pas à employer le coefficient γ A; ces nombres sont forcément très approximatifs.

(357) *Coefficients de pose relatifs à l'éclairement (à Paris).*



La *détermination du temps de pose en secondes* T est main-

tenant très facile : elle se réduit à la résolution de l'équation $T = \alpha \times \beta \times \gamma \times \delta$.

$\alpha \times \beta$ peut être écrit à l'avance, γ et δ se trouvent dans les tableaux 357 et 358.

Pour l'essai de la sensibilité des plaques et la détermination de α, les autres coefficients et T étant connus, on a $\alpha = \frac{T}{\beta \times \gamma \times \delta}$.

(358) *Coefficients de pose relatifs au sujet.*

Nuages	δ = 0,25
Neige. Mer	0,5
Vue panoramique sans verdures	1
— avec verdures claires	1,5
Mer avec bateaux, glaciers avec rochers	1,5
Panorama avec verdures sombres éloignées	2
Vue à premiers plans avec monuments blancs	2
Vue à premiers plans de verdure	3
Vue à premiers plans avec monuments sombres	3
Détails d'architecture pierre blanche	4
Traits noirs sur blanc	4
Sujets animés. Nature morte	4 à 5
Détails de verdures rapprochées	6
Reproductions de photographies	7
Bords de rivière ombragés	10
Dessous de bois, couvert très léger et bien éclairé	10
Détails d'architecture, pierre sombre	10
Dessous de bois, couvert léger peu éclairé	20
— couvert épais	30
— avec premier plan foncé	75
Groupes et portraits *à l'ombre*	5
— sous un abri ou près d'une fenêtre	10
— à l'atelier	16
— dans une pièce claire	80 env.
Intérieur bien éclairé	50 env.
— sombre	150 env.

(359) *Instantanés.*

On adoptera les plaques les plus sensibles et les objectifs les plus ouverts (*f*/14, *f*/10, *f*/7), ce qui correspond à β = 2, 1, 0,5.

L'obturateur devra donner au moins trois différentes vitesses : par exemple, 0^{sec},1 à 0,02 et à 0^{sec},01. Si l'on adopte *f*/14, c'est-à-dire β = 2, le temps de pose correspondant aux glaces ayant un coefficient α = 0,02 sera de 0^{sec},16 pour les sujets animés au grand soleil ; le moins rapide des obturateurs donnera donc des épreuves insuffisamment exposées. Or la vitesse d'obturation 0^{s},1 ne permet de repro-

duire à une échelle un peu grande que des personnages ou des animaux, des bateaux et des voitures, au repos (mais non immobiles). Si donc on veut photographier nettement des sujets en mouvement, on devra se contenter d'une échelle réduite (hauteur d'homme de 1 à 3 centimètres), et encore s'attendre à perdre des détails dans les ombres.

En supposant que l'on opère avec des plaques suffisamment rapides, $\alpha = 0{,}02$, et un objectif $f/7$ pour lequel $\beta = 0{,}5$, on aura pour la vitesse 0,1 la relation $0{,}1 = 0{,}01 \times \gamma\delta$; d'où $\gamma\delta = 10$, c'est-à-dire que si l'on opère en plein soleil d'été, on pourra reproduire dans de bonnes conditions jusqu'à des verdures et des dessous de bois très éclairés; à l'ombre ($\gamma = 4$), on pourra faire des vues de monuments blancs ($\delta = 2$) ou sombres ($\delta = 3$), ou même des groupes ($\delta = 4$); mais alors il commencera à y avoir perte de détails dans les noirs. Le même obturateur fonctionnant avec un objectif $f/10$ donnera un produit $\gamma\delta = 5$. Si l'on opère avec l'obturateur $T = 0{,}02$ et l'objectif au septième, il faudra que $\gamma\delta = 2$, c'est-à-dire que, au plein soleil d'été, on pourra faire des marines, des glaciers ou des vues avec monuments blancs et à la rigueur avec monuments sombres. Mais les sujets animés seront décidément sous-exposés. L'obturateur $T = 0{,}01$ ne donnera avec de bonnes conditions d'éclairage que les panoramas et les marines et ne permettra généralement pas de faire les sujets animés au soleil. Avec l'obturateur $T = 0{,}05$ et le diaphragme $f/14$ on obtiendra le même résultat.

On fait cependant beaucoup d'instantanés avec des objectifs $f/10$ et des temps de pose de 0,05 ($0{,}05 = 0{,}02\ \gamma\delta$, d'où $\gamma\delta = 2{,}5$, ou $\delta = 2{,}5$ au soleil). Cela suppose, pour les sujets animés, une pose deux fois trop courte. A l'aide de révélateurs énergiques (concentrés et très alcalins) on arrive encore dans ce cas à produire des épreuves passables.

(360) *Classification des instantanés.*

Voici une liste de quelques sujets instantanés, avec la pose qu'ils demandent pour que l'image soit suffisamment nette, c'est-à-dire qu'elle ne se soit pas déplacée de plus d'un 1/10 de millimètre pendant la pose, la distance du sujet étant D, la distance focale F et la hauteur de l'image d'un homme H.

0sec,1	Personnages, enfants, animaux au repos.	D = 20 F.	H. = 7cent
0sec,05	Foules et troupeaux au repos ou se déplaçant à peine. Marines, bateaux au repos, mer calme.	— 100 F.	— 1c,7
0sec,03	Personnages ou animaux en marche modérée, oblique.	— 70 F.	— 2c,4
	— en travers	— 150 F.	— 1c,1
0sec,03	Personnages en marche rapide ou course oblique . .	— 170 F.	— 1c
	— en travers.	— 300 F.	— 0c,5

	Bateaux en marche modérée en travers	—	200 F.	—	$0^{o},8$
$0^{sec},02$	Grosses vagues	—	100 F.	—	$1^{o},7$
	Bateaux rapides, marche transversale.	—	250 F.	—	$0^{o},7$
$0^{sec},01$	Panorama pris d'un train en marche.	—	100 F.	—	$1^{o},7$
	Hommes, chevaux au pas, direction oblique.	—	50 F.	—	$3^{o},5$
	— transversale.	—	80 F.	—	2°
	Hommes au pas de charge, chevaux au trot, direction oblique.	—	100 F.	—	$1^{o},7$
	— direction transversale.	—	170 F.	—	1°
	Chevaux au galop, point mort. . . .	—	200 F.	—	$0^{o},8$
	Vélocipédistes, vitesse modérée. . .	—	150 F.	—	$1^{o},1$
	Patineurs	—	250 F.	—	$0^{o},7$

(361) *Traitement des résidus d'argent.*

I. Vieux papiers, filtres, éponges.

On les incinère et on fond au rouge vif 100 parties de la cendre blanche avec 50 parties de carbonate de sodium desséché et 25 parties de sable quartzeux (grès).

II. Liqueurs ne contenant ni hyposulfite ni cyanure.

On les recueille dans un tonneau et on les précipite par une lame de cuivre jusqu'à ce que la liqueur ne se trouble plus par l'acide chlorhydrique. On dessèche soigneusement le dépôt et on en fond 100 parties avec 50 parties d'acide borique et 25 parties de nitre. On peut aussi précipiter l'argent à l'état de chlorure par l'acide chlorhydrique ou le sel marin; bien laver le dépôt et traiter comme il est dit au n° IV.

III. Liqueurs contenant de l'hyposulfite ou du cyanure.

On les recueille dans un tonneau à l'air libre et on les précipite par le sulfure de potassium (*foie de soufre*). Il importe de ne pas en mettre un excès, on s'arrêtera donc quand une portion de la liqueur bien remuée ne précipitera plus par quelques gouttes de réactif. Au bout de quelques jours on décante, on recueille le dépôt de sulfure impur et mêlé de soufre, on le sèche et on chasse le soufre par le nitre de l'une des façons suivantes :

On grille le dépôt à l'air au rouge sombre, dans une terrine plate, en remuant constamment, on laisse refroidir, on mêle le résidu à la main avec du nitre (poids égaux) et on projette le mélange par petites portions dans un creuset rouge; on finit par un fort coup de feu pour agglomérer le métal. On peut négliger le grillage et mêler avec précaution et à la main le sulfure sec avec 3 fois son poids de nitre; on projette le mélange par très petites portions dans le creuset.

On peut encore précipiter directement l'argent des liqueurs renfer-

mant de l'hyposulfite à l'aide d'une lame de cuivre qu'on doit laisser plusieurs jours, en en grattant plusieurs fois la surface. L'argent déposé se sulfure en partie ; on en fond 100 parties avec 50 parties d'acide borique et 50 parties de nitre.

IV. Chlorure d'argent.

On le sèche et on en fond 100 parties avec 70 parties de craie et 4 parties de charbon, au rouge vif, pendant 1 heure.

Section XVII. — Couleurs[1].

(362) *Tableau indiquant le point d'ébullition des benzines, nitrobenzines et anilines qui y correspondent, ainsi que leurs densités et les couleurs obtenues.*

Points d'ébullition des benzines.	Points d'ébullition des nitrobenzines.	Poids spécifiques des nitrobenzines à +16° C.	Points d'ébullition des anilines.	Poids spécifiques des anilines à +16° C.	Nuances des couleurs sur étoffes — Oxydation par acide arsénique.
82 à 83	205 à 210	1,1591	182 à 184	1,0205	Violet-ardoise (violaniline)
80 85	205 210	1,1617	180 185	1,0199	»
85 90	210 215	1,1577	185 190	1,0181	Rouge-violet (mauvaniline et rosaniline).
90 95	210 215	1,1445	185 190	1,0139	»
95 100	215 220	1,1425	190 195	1,0109	Rouge-fuchsine.
100 105	220 225	1,1365	195 200	1,000	Rosaniline.
105 110	220 225	1,1319	195 200	1,0018	»
110 115	225 230	1,1235	200 205	1,0009	Rouge-jaune (chrysotoluidine et rosaniline).
115 120	225 230	1,1187	200 205	0,9975	»

100 litres benzol distillant au-dessous de 80° et passant jusqu'à 150° donnent à l'appareil à colonne.

62 à	80°,	6 litres impurs.		
80	82	44	—	purs. — Benzine.
82	110	6	—	impurs.
110	112	17	—	purs. — Toluène.
112	137	5	—	impurs.
137	140	9	—	purs. — Xylène.
140	148	5	—	impurs.
148	150	8 à 9 litres. — Cumène.		

1. *Abréviations* employées dans la table **363** : Voyez tables **164** et **184**. les abréviations employées, et de plus : vé., vénéneux ; p. vé., peu vénéneux ; in., inoffensif. Le signe + signifie : par l'addition du corps dont la formule suit.

(363) *Matières colorantes végétales.*

Matières colorantes.	Solution dans l'eau.	Acide chlorhydrique.	Ammoniaque.	Alun.	Cyanure de potassium.	Chlorure de chaux.
COULEURS BLEUES.						
Carmin d'indigo.	Bleue.	Color. plus claire.	Vert; par chal. bleu clair.	Rien.	Col. plus claire; chal. bleu clair.	Décoloration.
Bleu d'orseille.	Violet-bleu.	Rouge pr. rouge.	Bleu.	Rouge pr. rouge.	Bleu.	Bleu décol.
COULEURS ROUGES.						
Cochenille.	Rouge-jaunâtre.	Orange.	Violet.	$+AzH^3$ cramoisi.	Cramoisi bleuâtre.	Décol. pr. blanc.
Cochenille ammoniacale.	Rouge-violacé.	Rouge clair; av. exc. orange.	Rien.	R. cramoisi.	Cramoisi.	Décol.
Bois rouge (ext.)	Jaune.	Rouge.	Cramoisi.	Rouge.	Rouge.	Rouge-jaune.
Extrait d'orseille.	Jaune.	Décol.	Rouge-jaune.	Décol. p. à p.; chal. compl.	Décol. surtout chal.	Décol. immédiatement.
Rouge d'orseille	Violet-rouge.	Rouge pr. rouge	Violet.	Rouge pr. rouge	Violet	Pl. clair; déc.
Pourpre d'orseille.	Sol. d. ac. oxalique rouge.	Plus clair.	Violet chal.	Rien.	Violet-rouge pr. violet.	Décol.
Carmin de carthame.	En suspens. ou s. alco. rouge.	Jaune pr. brun rouge.	Sol. couleur jaune.	Rien.	Orange pr. orange.	Décol.
Garance.	Rougeâtre.	Vire au jaune.	Rouge-cramoisi foncé.	Pr. brun-rougeât., liq. reste rouge-jaunât.	Rien.	Décol. lent.

Matières colorantes.	Solution dans l'eau.	Acide chlorhydrique.	Ammoniaque.	Alun.	Cyanure de potassium.	Chlorure de chaux.
			COULEURS JAUNES.			
Extrait de quercitron.	Jaune.	Pr. brun-jaune clair.	Devient plus clair.	Pr. jaune pâle.	Devient plus clair.	Déc.; pr. jaune clair.
Extrait de bois jaune.	Jaune.	Clair, pr. jaune.	Jaune-orange.	+ Na^2CO^3 pr. jaune clair.	Jaune-orange.	Brun-jaune déc. pr. brun-jaune.
Bois de fustet.	Jaune-orange.	Devient plus jaune.	Rouge-jaunâtre.	+ Na^2CO^3 pr. orange.	Jaune-rougeâtre.	Pr. brun; décol. à chaud.
Ex. de graines d'Avignon.	Jaune-brunâtre.	Pr. jaune brun.	Jaune-rouge.	+ Na^2CO^3 jaune orange brun.	Jaune-rouge.	Jaune-rou^{ge} foncé déc. pr. blanc
Extrait de campêche.	Brun-rouge.	Rouge pr. rouge.	Violet-rouge sale; pr. id.	Pr. viol. sale	Pr. violet rouge sale.	Pr. br.-rouge chal. foncé.
Extrait de Berberis.	Jaune.	Rien.	Orange pr. jaune-brunât.	+ Na^2CO^3 pr. jaune.	Orange, pr. jaune.	Pr. jaune clair décol.
Cachou.	Jaune.	Par repos pr. jaune pâle.	Rouge-jaune puis rouge br.	Rien.	Orange.	Brun-décol. pr. brun jaune.
Extrait de châtaignier.	Brune.	Pr. brun clair.	Brun-rouge puis rouge.	Pr. jaune clair sale.	Rien.	Brun foncé, puis jaune, puis déc.
Tannin.	Jaune faible.	Rien.	Plus foncé.	Rien.	Col. rougeât.	Vert-bleu décol.
Gaude.	Jaune-verdât.	Fonce nuance.	Vire jaune d'or	Rien.	Rien.	Rien.
Curcuma.	Dissol. al. rouge-brun.	Rouge cramoisi.	Rouge brun.	Rien.	Rien.	Rien.
Rocou.	Sol. alcaline rouge-orangé.	Pr. orange: liq^{r} jaune pâle.	Rien.	Pr. orange.	Rien.	Décol. lentement.

(364) *Matières colorantes minérales.*

Matières colorantes.	Composition.	Acide chlorhydrique.	Acide nitrique.	Ammoniaque.	Calcination.	Observations.
COULEURS ROUGES.						
Minium (vé).	Protoxyde et peroxyde de plomb	Dégage chlore pr. blanc.	Pr. oxyde puce avec sucre se dissout.	Rien.	Col. jaune après refroidissement.	
Cinabre (p. vé.) vermillon.	Sulfure de mercure.	Rien.	Insol.	Rien.	Se volatilise; dégage ac. sulfureux.	av. alc. merc.
Rouge anglais (in.).	Peroxyde de fer.	Sol. lentement.	Sol. plus rapidement.	Rien.	Col. brun-rouge.	
Rouge de chrome (vé.).	Chromate de plomb basique.	Sol. verte, pr. blanc, sol. à ch.	Devient jaune.	Rien.	Fond col. brun-rouge avec charbon plomb.	
COULEURS BLANCHES.						
Blanc de plomb (vé.) céruse.	Carbonate et oxyde de plomb hydraté.	Pr. blanc dégage ac. carbonique.	Dissout complétement.	Rien.	Col. jaune; avec charbon, plomb.	
Blanc de zinc (p. vé.).	Oxyde de zinc.	Sol.	Sol.	Sol.	Col. jaune devenant blanc à froid.	
Spath pesant (in.).	Sulfate de baryum.	Rien.	Rien.	Rien.	Avec charbon donne sulfure.	
Gypse (in.).	Sulfate de calcium.	P. sol.	P. sol.	Rien.	Avec charbon donne sulfure.	
Craie (in.).	Carbonate de calcium.	Sol.; dégage ac. carbonique.	Sol.; dégage ac. carbonique.	Rien.	Chaux.	

Matières colorantes.	Composition.	Acide chlorhydrique.	Acide nitrique.	Ammoniaque.	Calcination.	Observations.
COULEURS VIOLETTES.						
Outremer violet (in.).	»	Se décolore et dégage H^2S.	Rien.	Rien.	Col. bleue.	»
COULEURS BRUNES ET NOIRES.						
Brun de manganèse (in.).	Peroxyde de manganèse hydraté.	Dégage chlore.	Sol. rose.	Rien.	Col. noire.	
Noir d'os (in.).	Charbon d'os.	Dissout phosphate de calcium.	Dissout phosphate de calcium.	Rien.	Cendres blanch. de phosphate de calcium.	
Graphite (in.).	Carbone.	Rien.	Rien.	Rien.	Peu altér. brûle difficilement.	
COULEURS BLEUES.						
Outremer (in.).	Sulfure de sodium et silicate d'aluminium.	Décoloration. Production de H^2S.	Rien.	Rien.	Décol. en partie.	Essai de richesse avec oxyde de zinc.
Smalt (vé.).	Masse vitreuse colorée par protoxyde de cobalt.	Sol. jaune vert.	Rien.	Rien.	Rien.	

Matières colorantes.	Composition.	Acide chlorhydrique.	Acide nitrique.	Ammoniaque.	Calcination.	Observations.
Bleu Thenard (in.).	Protoxyde de cobalt et alumine.	Rien.	Rien.	Rien.	Rien.	
Bleu de Paris. Bleu de Prusse. } (in.).	Ferrocyanure ferrique.	Col. vert. puis sol. jaune. L'eau ramène la couleur.	Déc. à chaud.	Décoloration dans sol. potasse.	Résidu oxyde de fer.	Sol. acide oxalique.
Bleu de montagne (vé.).	Carb. de cuivre basique hydraté.	Sol. vert. jaune ; effervescence.	Sol.	Sol. bleu céleste.	Col. flamme verte ; résidu noir.	Noir à l'ébul. avec solution potasse.
COULEURS JAUNES.						
Jaune de Naples (vé.).	Antimoniate de plomb.	Col. orange, puis blanc.	Rien.	Rien.	Vap. blanches ; avec charbon culot cassant plomb et antimoine.	
Jaune de Cassel (vé.).	Oxychlorure de plomb.	Col. orange, puis blanc.	Pr. chlorure de plomb.	Soluble dans potasse.	Vap. blanches avec charbon plomb.	
Orpiment. (vé).	Sulfure d'arsenic.	Rien.	Rien.	Sol. en partie.	Vap. blanches, pas de résidu avec charbon odeur d'ail.	

Matières colorantes.	Composition.	Acide chlorhydrique.	Acide nitrique.	Ammoniaque.	Calcination.	Observations.
Jaune de chrome. / Orang. de chrome. (vé.)	Chromate neutre de plomb.	Sol. verte pr. blanc couleur reparaît par l'eau.	Décolore.	Jaune orange.	Fond couleur brune rouge; avec charbon plomb.	
Ocre jaune (in.)	Argile et oxyde de fer.	Sol. jaune. pr. blanc.	Sol. jaune pr. blanc.	Rien.	Col. rouge-brun.	
Jaune d'outremer (vé.).	Chromate de baryum.	Sol. pr. par SO^4H^2.	Dissol.	Rien.	Peu altéré; col. vert flamme réductrice.	
Massicot (vé.).	Oxyde de plomb	Pr. blanc.	Dissol.	Rien.	Avec charbon culot de plomb.	
			COULEURS VERTES.			
Outremer vert (in.).	Analogue à l'outremer bleu.	Se décolore et dégage H^2S.	Rien.	Rien.	Au rouge blanc col. rouge brun.	
Vert de Guignet (in.).	Oxyde de chrome hydraté.	Sol. verte par ébullition prolongée	Rien.	Rien.	Devient noir.	
Vert de Rinmann (p.v.).	Protoxyde de cobalt et oxyde de zinc.	Rien.	Sol. verte.	Rien.	Rien.	

Matières colorantes.	Composition.	Acide chlorhydrique.	Acide nitrique.	Ammoniaque.	Calcination.	Observations.
Vert de Brême. Vert de Brunswick. Vert de montagne (vé.)	Oxyde de cuivre hydraté.	Sol. jaune-verdâtre souvent pr. blanc.	Sol. bleue.	Bleu.	Col. flamme en vert résidu noir.	Pour les combinaisons de cuivre, il suffit d'ajouter une lame de fer dans les sol. acides : on obtient cuivre métallique.
Vert de gris (vé.).	Acétate basique de cuivre.	Sol. jaune-verdâtre.	Id.	Id.	Id.	
Vert de Scheele (t. v.).	Arsénite de cuivre.	Id.	Sol. sans col.	Sol. bleue.	Avec charbon odeur d'ail.	
Vert Schweinfurth (t. vé.).	Arsénite et acétate de cuivre.	Id.	Id.	Sol. col. bleue intense.	Avec charbon odeur d'ail.	
Cinabre vert (p. vé.).	Mélange de bleu de Prusse et jaune de chrome.	Col. vert bleu pr. blanc.	Décol. à chaud.	Rien.	Résidu brun avec charbon culot de plomb	
Vert minéral (vé.).	Carbonate de cuivre.	Sol. jaune avec effervescence.	Sol. bleue avec effervescence.	Poudre devenant bleuâtre.	Résidu brun.	
Terre verte (in.).	Silicate ferreux et ferrique avec potasse et magnésie.	Se dissout à chaud en jaune-brunâtre.	Se dissout à chaud. Sol. brune.	Rien.	Rouge-brun.	

(365) *Dosage de l'Anthracène.*

On dissout 1 gramme de l'échantillon dans 45 centimètres cubes d'acide acétique glacial, on filtre la liqueur bouillante et, sans interrompre l'ébullition, on ajoute en 2 heures une solution de 15 grammes d'acide chromique dans 10 centimètres cubes d'eau et 10 centimètres cubes d'acide acétique glacial ; on fait bouillir encore 2 heures On laisse 12 heures, on ajoute peu à peu 400 centimètres cubes d'eau, on filtre après 3 heures, on lave sur le filtre à l'eau, puis à l'hydrate de sodium très étendu et chaud, enfin à l'eau. Au moyen d'une pissette on chasse l'anthraquinone dans une capsule, on sèche à 100°, on y ajoute 10 fois son poids d'acide sulfurique fumant à 68° B ; on chauffe 10 minutes au bain-marie à 100°, on laisse 12 heures et on ajoute 200 centimètres cubes d'eau ; on filtre et on lave comme plus haut l'anthraquinone obtenue, qu'on rassemble dans une capsule et qu'on pèse séchée à 100° ; ensuite on l'incinère et on déduit le poids des cendres. Le poids obtenu par différence donne l'anthraquinone, dont le poids multiplié par 0,8556 donne l'anthracène pour 100.

(366) *Sur l'emploi des Spectres d'absorption.*

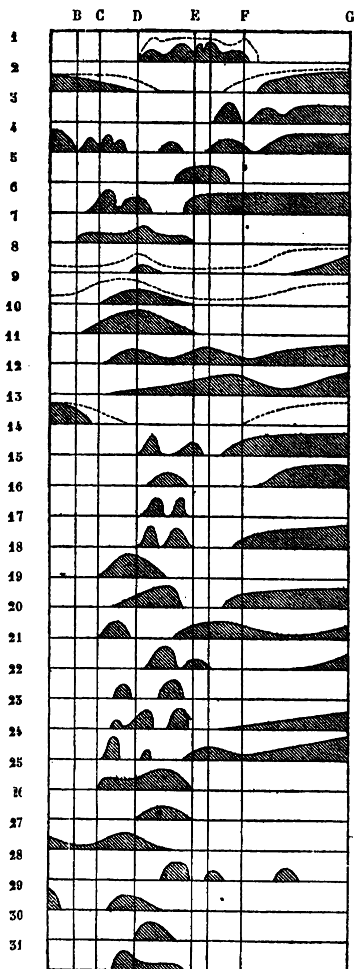
(Voyez la Notice de l'Agenda pour 1886.)

Les matières colorantes donnent, suivant les cas, des bandes ou bien des absorptions unilatérale ou bilatérale. La courbe 70 est un exemple d'absorption unilatérale dégradée dans le violet, tandis que la courbe 94 montre une absorption unilatérale du violet qui se termine brusquement entre les raies D et E, dans le vert. Le sulfate de cuivre (courbe 13) nous montre une absorption unilatérale dans le rouge, en liqueur diluée, et une absorption bilatérale en liqueur concentrée (celle-ci étant figurée par un pointillé). Le manganate de potassium (courbe 2) donne également une absorption bilatérale. Le bleu de Prusse dissous dans l'acide oxalique se comporte de même.

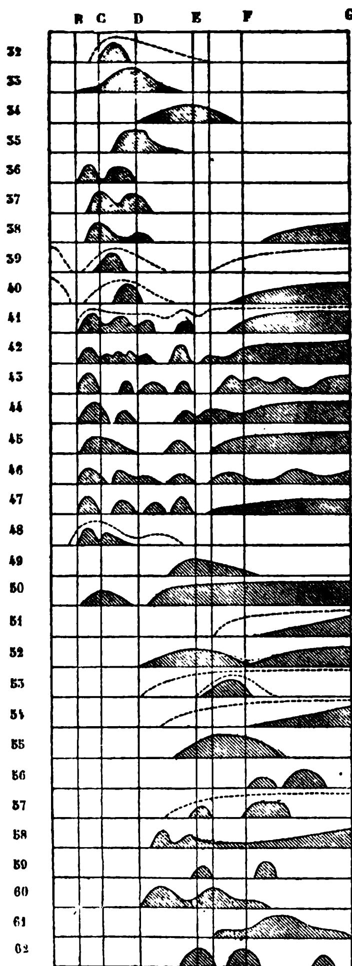
Nous citerons encore comme couleurs absorbant le côté violet jusqu'au bleu ou au vert suivant la concentration : le coquelicot, le bois jaune, le caramel, l'acide picrique, le quercitron, le gaïac, la gomme-gutte, la chrysotoluidine, le vert de vessie et les sels ferriques, enfin la plupart des dérivés azoïques.

La position des bandes n'est pas absolue comme celle des raies du spectre, elle change avec la concentration, la source de l'éclairage, la nature du dissolvant, et la réaction acide ou alcaline de la solution.

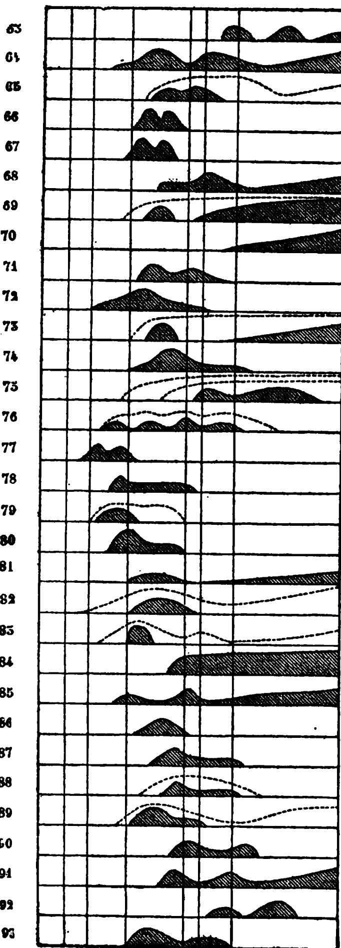
Pour certaines matières colorantes, surtout les jaunes, il y a souvent avantage à les examiner avec une fente large et sous une notable épaisseur ; on discerne alors, dans l'absorption graduelle du violet, des bandes plus ou moins caractéristiques, qui échappent à la vue dans les conditions habituelles.



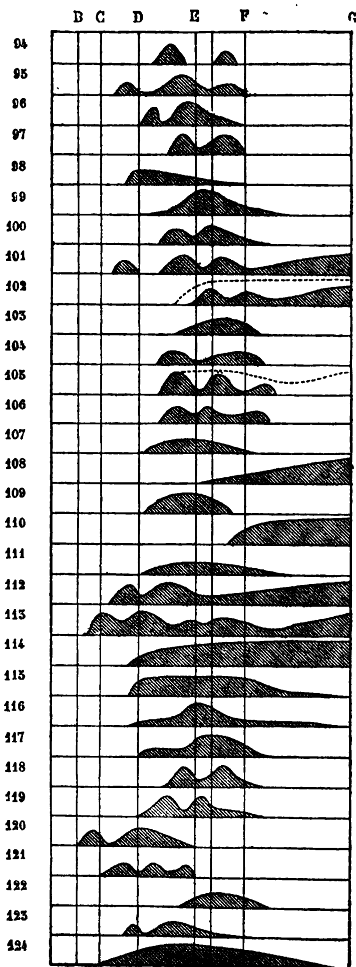
1 Permanganate de potassium.
2 Manganate —
3 Nitrate d'urane.
4 Sels uraneux.
5 Chlorure de cobalt.
6 Hydrate de cobalt.
7 Chlorure de nickel ammoniacal.
8 Alun de chrome violet.
9 — vert.
10 Acide perchromique, *éther*.
11 Sulfate ferreux + AzO.
12 Sulfocyanure ferrique, *éther*.
13 Sulfate de cuivre.
14 Hémoglobine oxygénée.
15 — réduite.
16 — + AzO.
17 — + CO.
18 Hématine alcaline.
19 — + KCy.
20 — acide.
21 Hémochromogène, alcalin.
22 Hématoporphyrine, alcaline.
23 Méthémoglobine, alcaline.
24 — acide.
25 Sirop de violettes.
26 — acide.
27 — alcalin.
28 Violet d'ergot de seigle
29 Iodure d'amidon.
30 Violet Hofmann rouge.
31 — bleu méthylé.



32 Indigo.
33 Bleu d'aniline, *alcool.*
34 — sulfoconjugué, *eau*
35 Bleu de quinoléine.
36 Bleu de méthylène.
37 Bleu azur.
38 Picrate de vert méthylé.
39 Vert malachite.
40 Vert brillant.
41 Chlorophylle, s. fraîche, *alcool.*
42 — s. vieille, —
43 Huile d'olives.
44 Huile de jusquiame.
45 Chlorophylle + HCl début.
46 — — act. compl.
47 — — excès.
48 — + KHO
49 Carthame.
50 Sang-dragon.
51 Curcuma.
52 — + Ammoniaque
53 Fluorescéine.
54 Orangé de diphénylamine.
55 — au β-naphtol
56 Safran, *alc. amyl.*
57 — *alcool.*
58 — *alcool aqueux.*
59 Tomate, *éther acétique.*
60 — *sulfure de carbone.*
61 — *alcool amylique.*
62 Roucou, *sulfure de carbone.*



63 Rocou, *éther*.
64 Cochenille, *eau* + *acide*.
65 — *alcool*.
66 — — + Amm.
67 — — + KHO.
68 — — + acide.
69 Campêche + *eau*.
70 — — + acide.
71 — — + Amm.
72 — — + KHO.
73 Fernambouc.
74 — + Amm.
75 Santal.
76 Orcanette.
77 — + Amm.
78 Tournesol, orseille.
79 — + KHO.
80 — + Amm.
81 — + acide.
82 Fuchsine.
83 — sulfoconjuguée.
84 Acide rosolique
85 — — + Amm.
86 Coralline rouge, *alcool*.
87 — — + *eau*.
88 Safranine.
89 Rouge de Magdala.
90 Éosine, *alcool*
91 — *alcool amylique*.
92 — — + acide.
93 Rose Bengale, *alcool*.



94 Cyanosine.
95 Azaline (Vogel).
96 Azarine rouge, *alcool.*
97 — *alcool amylique.*
98 — — + Amm.
99 — + acide, *sulfure de carbone*
100 Purpurine, *eau.*
101 — *alcool* + KHO.
102 — *eau* + Amm.
103 — — — + Az^4HCl
104 — *alcool* + Amm.
105 — *eau* + Amm. + alun.
106 Purpurinamide.
107 — + BaO.
108 Isopurpurine.
109 — + Amm.
110 Alizarine, *alcool.*
111 — — + Amm.
112 — *eau* + Amm.
113 — *alcool* + KHO.
114 Nitroalizarine, *alcool.*
115 — — + Amm.
116 — — + KHO.
117 — *alcool amylique.*
118 Bleu d'alizarine, *alcool.*
119 — *sulfure de carbone.*
120 Sulfoxyanthraquinone, *alcool* + KHO
121 — *eau* —
122 Alizarinamide.
123 — + Amm.
124 Betterave rouge.

B C D E F

125 Framboise.

126 — + Amm.

127 Jacquez, couleur s. eau.

128 Raisin frais, + Amm.

129 — + $CuSO^4$.

130 Vin fermenté.

131 Petit-Bouschet.

132 Vin + Amm.

133 Jacquez + Amm.

134 Petit-Bouschet + borax.

135 — + acét. alum.

136 Jacquez + acét. alum.

137 Jus de fruits rouges.

138 Vin + acétate d'alumine.

(367) *Essai de l'alcool méthylique pur.*

1° Il doit marquer au moins 99° à l'alcoomètre (densité 0,7995 à 15°).

2° Il ne doit pas renfermer plus de 0,7 p. 0/0 d'acétone.

Pour ce dosage on introduit dans un tube de 30 cc., gradué par demi-centimètres cubes, 10 cc. de soude caustique double-normale, à 80 gr. par litre, 1 cc. mesuré exactement de l'alcool à essayer, enfin, après agitation, 5 cc. d'iode double-normal à 254 gr. d'iode et 350 gr. d'iodure de potassium pour un litre ; on agite, on laisse reposer, puis on ajoute 10 cc. d'éther pur. On bouche et on agite bien. On mesure ensuite le volume de l'éther et on en prélève 5 cc., qu'on laisse évaporer sur un verre de montre taré ; on sèche rapidement sur l'acide sulfurique et on pèse : le poids de l'iodoforme $\times$ 0,14723 donne celui de l'acétone ; on multiplie par le rapport de l'éther total à celui qui a été évaporé, et on ramène au poids de l'alcool méthylique pour avoir la quantité p. 0/0.

3° En distillant l'alcool, il doit passer au moins 95 p. 0/0 dans l'intervalle d'un degré du thermomètre.

4° L'alcool doit se colorer tout au plus en jaune clair avec le double de son volume d'acide sulfurique à 66°.

5° 5 cc. d'alcool ne doivent pas décolorer immédiatement 1 cc. de permanganate à 1 gr. par litre.

6° 25 cc. d'alcool doivent encore rester jaunes avec 1 cc. de solution de 1 p. de brome dans 80 parties d'acide acétique à 50 p. 0/0.

7° Enfin l'alcool doit rester tout à fait incolore avec la soude caustique, même en excès.

Section XVIII. — Recettes diverses.

Encre indélébile. — Encre de Chine dans soude caustique à 1° B.

Encre pour écrire sur le verre. — Faire dissoudre à une douce chaleur 5 parties de copal en poudre dans 32 parties d'essence de lavande, et colorer par du noir de fumée, de l'indigo ou du vermillon.

Encre pour graver sur le verre. — On sature l'acide fluorhydrique du commerce par de l'ammoniaque, on ajoute un volume égal d'acide fluorhydrique et on épaissit avec un peu de sulfate de baryum en poudre fine. On peut écrire avec une plume métallique; l'encre mord presque instantanément; il suffit ensuite de laver à l'eau.

Encre en poudre. — Sel de potassium de l'acide sulfoconjugué de la violaniline, mélangé de copal et borax pulvérisé.

Encre pourpre indélébile pour le linge. — 1° Carbonate de soude, 12 gr.; gomme arabique, 12 gr.; eau, 45 gr. — 2° Chlorure de platine, 4 gr.; eau distillée, 64 gr. — 3° Protochlorure d'étain, 4 gr.; eau distillée, 64 gr. — Tremper l'étoffe dans la solution 1; faire sécher et écrire avec la solution 2; laisser sécher et recouvrir les caractères avec le liquide 3. La couleur pourpre apparaît de suite; elle résiste au savon.

Luts. — 1° On mélange du blanc de zinc avec son volume de sable fin, et on y ajoute un poids un peu supérieur à celui de l'oxyde de zinc, d'une solution de chlorure de zinc ferrugineux d'une densité de 1,62; on broie le tout dans un mortier et on applique la pâte sur les bouchons enfoncés de quelques millimètres dans le goulot de la fiole. 2° On fait une bouillie de silicate de soude commercial et de kaolin pulvérisé, avec ou sans craie; on l'applique sur les bouchons et on laisse sécher. 3° On gâche du plâtre avec de l'eau contenant 5 pour 100 de gomme arabique; la bouillie prend en une demi-heure. 4° Graine de lin avec de l'eau gommée. 5° Pour réunir le verre et les métaux : résine, 4 cire 1, colcothar 1. Faire fondre jusqu'à ce qu'il ne se fasse plus d'écume. D'après une autre formule, on met 10 de résine. En été, on met moins de cire.

Colle liquide pour porcelaine. — Colle de poisson 5 gr.; acide acétique cristallisable 20 gr.; chauffer jusqu'à ce qu'elle se prenne en gelée à froid.

Colle forte liquide. — Dissoudre au bain-marie : gélatine transparente 1 p.; acide acétique très fort 1 p.; alcool fort 1/4 p.; alun un peu.

Colle forte incorruptible. — Dissoudre au bain-marie: colle forte de Givet 1 kilogr.; eau 1 kilogr.; ajouter peu à peu à cette solution : acide azotique, à 36°, 200 gr. On peut s'en servir comme lut en l'étendant au pinceau sur un linge.

Glu marine. — Laisser en contact trois à quatre jours 1 p. de caoutchouc et 3 p. d'huile de goudron. Décanter le liquide et y dissoudre à chaud 3 p. de gomme laque. Couler dans des moules; la masse se solidifie à froid. Pour réunir le bois et faire des vases étanches.

Ciment résistant au pétrole et à la benzine. — Gélatine fluididifiée à chaud par un peu de glycérine.

Mastic de fontainier. — Malaxer 9 p. de brique pilée et tamisée avec 1 partie de litharge et un peu d'huile de lin. Ne fait prise qu'en 6 heures.

Mastic de plomb. — On malaxe avec 1 partie d'huile de lin, 1 partie de céruse ou 1 partie de minium, ou 1 partie de ces deux corps mélangés.

Mastic de fer. — 1° On mélange intimement 98 parties limaille de fer; 1 partie fleur de soufre; 1 partie sel ammoniac. On délaye dans l'eau à consistance de mortier; ce mastic doit être employé de suite. 2° (allant au feu) : limaille de fer, 50 parties; sel ammoniac, 1 partie. 3° Pour cornues de terre: argile en poudre, 4 parties; limaille de fer, 4 parties; sel ammoniac, 1 partie; fleur de soufre, 1/2 partie. Mélanger, puis arroser d'eau ammoniacale ou de carbonate d'ammonium.

Mastic pour briques et porcelaines (peu fusible). — Silicate neutre de soude, 1 partie; magnésie calcinée, 1 partie; oxyde de zinc, 1 partie. Appliquer et laisser sécher, puis porter au feu.

Mastic pour sceller les tubes de manomètres. — Délayer du plâtre en poudre impalpable dans de l'huile à machine; lorsque la pâte est bien liée, ajoutez des blancs d'œuf, le double du poids d'huile, et mélangez au mortier.

Bouchons pour le chlore. — On scie un bloc de pierre ponce, on l'arrondit à la lime en forme de bouchon conique, on le perce avec une percette comme un bouchon de liège, et on l'applique sur la fiole; on le recouvre d'un des luts précédents (1, 2 ou 3).

Vernis. — Solution alcoolique saturée de gomme laque blanche.

Vernis pour efflorescences des piles Leclanché. — Vaseline et paraffine à poids égal.

Vernis pour cuivre. — Sulfure de carbone, 1 partie; benzine, 1 partie; essence de térébenthine, 1 partie; esprit-de-bois, 2 parties; copal dur, 1 partie.

Réactif de Millon. — On dissout 1 partie de mercure dans 2 parties d'acide nitrique d'une densité de 1,42, à froid d'abord, ensuite en chauffant. Quand la solution est complète, on ajoute au liquide le double de son volume d'eau, on laisse reposer et on décante la portion claire.

Sous-acétate de plomb. — On fond, à feu nu, un mélange de 20 p. d'acétate de plomb cristallisé et de 6 p. de litharge finement pulvérisée. Le produit (sous-acétate solide) est dissous dans 70 p. d'eau chaude, et la solution filtrée est conservée dans un flacon bien bouché.

Solution d'indigo. — On mêle de l'indigo finement pulvérisé avec

4 à 6 parties d'acide sulfurique fumant; on laisse reposer 48 heures au frais et on étend de 20 volumes d'eau distillée.

Tableau des soudures.

Soudures faibles.	Étain.	Plomb.	Bismuth.	Employer avec :	P. de fusion.
Soudure au plomb, grossière.	1	3		C	246
» ordinaire.	1	2		C	224
» »	2	3		C, S	
Soudure à l'étain....	1 1/2	1		C, Z	168
» supérieure..	2	1		C, Z	171
Soudure au bismuth.........	4	4	1	C, Z	160
»	3	3	1	»	155
»	2	2	1	»	142
»	1	2	2	»	111
»	5	3	3	»	94
Soudure à l'étain............	3	4	2	»	

C, colophane; Z, chlorure de zinc; S, acide stéarique (bougie).

Soudures fortes, avec borax.

Brasure pour cuivre, laiton, fer.	cuivre 2, zinc 1.
»	laiton malléable 5, zinc 1.
»	cuivre 1, zinc 1.
» plus fusible.	laiton laminé.
Soudure à l'argent, pour bijoux ou sur acier................	argent 19, cuivre 1, laiton 1.
Soudure à l'argent, pour plaques.	» 2, » 1.
» sur cuivre ou sur fer.....................	» 1, » 1.
Soudure à l'argent, fusible......	» 5, zinc 1, » 5.
Soudure à l'or................	or 12, argent 2, cuivre 4.

Solution d'amidon. — Amidon, 1 p.; eau, 100 p.: faire bouillir et filtrer ou décanter après refroidissement.

Papiers réactifs. — On trempe du papier blanc mince et non collé dans les différentes solutions qui suivent, puis on laisse sécher. — 1° *Curcuma.* On lave avec beaucoup d'eau de la racine de curcuma en poudre, on sèche et on chauffe avec 4 parties d'alcool et 4 parties d'eau; après quelques heures on filtre. — 2° *Tournesol.* On pulvérise le tournesol en pains, on le fait bouillir avec de l'alcool à 85° qu'on

jette ensuite, on l'arrose avec 6 à 8 parties d'eau, on chauffe, on filtre, on ajoute 1 partie d'alcool et on conserve dans un flacon fermé par un tampon de coton. A la moitié de cette teinture on ajoute de l'acide sulfurique étendu jusqu'à ce que la coloration soit presque rouge, et on réunit à l'autre moitié pour avoir la teinture sensible; on y trempe le papier pour l'avoir bleu. Pour le rougir, on le trempe dans une solution très faible d'acide chlorhydrique et on fait sécher. — 3° *Noix de galle*. Décoction de 1 partie de noix de galle pulvérisée dans 10 parties d'eau; coloration noire par les sels ferriques. — 4° *Amidon*. Le papier du commerce, collé à l'amidon, sert à rechercher l'iode. — 5° *Acétate de plomb*. Solution au 10° d'acétate neutre de plomb; le papier noircit par les sulfures; on peut le remplacer par du carton recouvert de céruse, puis glacé (voy. table 232). — 6° *Iodure de potassium* (voy. table 274). — 7° *Iodate de potassium*, 1 partie iodate de potassium, 1 partie amidon, 20 parties eau; faire bouillir et laisser refroidir en agitant. Sert à la recherche des acides sulfureux et azoteux. — 8° *Ozonométrique*. Papier à l'iodure de potassium; ou papier de tournesol rouge trempé à moitié dans une solution au 20° d'iodure de potassium; la moitié iodurée doit bleuir seule. — 9° *Fuchsine*. Solution au 40° de chlorhydrate de rosaniline. Ce papier jaunit par un excès d'acide libre, tandis que les sels neutres qui rougissent le tournesol ne l'altèrent pas. 10° *Fernambouc*. Décoction aqueuse au 5° de bois de Fernambouc : jaunit par l'acide fluorhydrique. — 11° *Liguline*. Baies de troène (*Ligustrum vulgare*) dans de l'eau distillée bouillante : rougit par les acides, verdit par les bases, et bleuit par les eaux calcaires. — 12° *Sulfocyanate de potassium*. Solution au 20° : rougit par les sels ferriques. — 13° *Nitroprussiate de sodium*. Solution au 20°; devient violet par les sulfures; rien avec l'hydrogène sulfuré libre.

Teintures pour titrages alcalimétriques. — 1° *Tournesol* (voy. ci-dessus 2°). — 2° *Cochenille*. 2 grammes cochenille, 400 cc. eau, 100 cc. alcool; on laisse macérer à froid. — 3° *Campêche*. L'intérieur des bûches de campêche est coupé en copeaux qu'on fait bouillir avec de l'eau. — 4° *Acide rosolique*. Produit commercial dissous dans l'eau et neutralisé par l'acide chlorhydrique. Ces trois teintures deviennent violettes par les alcalis et jaunes par les acides. — 5° *Violet de méthylaniline*. Solution aqueuse au 1000°. Vire au bleu-vert par les acides minéraux puissants, même en liqueur étendue; n'est pas changé par les acides organiques. — 6° *Phtaléine du phénol*. On chauffe à 120—130° 10 parties de phénol, 5 parties anhydrique phtalique et 4 parties acide sulfurique concentré, jusqu'à ce que la matière devienne solide au bout de la baguette; on lave à l'eau et on fait sécher le produit pulvérulent. On en fait une solution alcoolique au 30°; on ajoute une goutte de cette solution au liquide d'un titrage acidimétrique. Dès que l'alcali est en excès, le liquide se colore en violet; les acides, même l'acide carbonique en certaine proportion, décolorent la liqueur; on ne peut l'employer en présence d'ammoniaque. — 7° *Orangé de diméthylaniline*, hélianthine de Poirrier, en

solution à 1 gramme par litre d'eau froide : il vire au rouge par les acides minéraux seulement, même par l'acide sulfureux, mais non par les acides organiques, l'acide oxalique compris, ou par l'acide carbonique ou l'hydrogène sulfuré; on en ajoute environ 4 gouttes pour 100 cc. de liquide qui doit être faiblement mais nettement coloré : il ne faut jamais l'employer dans des liquides chauds; il est insensible à l'action de l'acide carbonique et réussit en présence d'ammoniaque, mais il faut déduire la quantité d'acide nécessaire pour produire le virage en liqueur neutre (environ 3 dixièmes de centimètre cube d'acide décime pour 100 cc. de liquide et 4 gouttes d'indicateur). — 8° *Phénacétoline*, en dissolution à 1 pour 100 dans l'alcool; on en ajoute deux ou trois gouttes; elle réussit bien avec l'ammoniaque et les carbonates; elle est jaune avec les alcalis, rouge avec les carbonates et jaune d'or avec les acides. On l'emploie utilement à doser les carbonates dans les alcalis caustiques ou non en notant les deux virages; mais il importe de remarquer que si l'excès des carbonates sur l'alcali est considérable, la solution sera de suite rouge avec ce réactif. — 9° *Bleu soluble* CHB de Poirrier. Il est rouge en présence des alcalis libres et bleu avec les carbonates alcalins et les sels à acides faibles, et peut servir utilement à titrer l'alcali caustique dans les carbonates; on l'emploie en solution aqueuse à 1/500°.

Nota. A la lumière du sodium, obtenue en plaçant dans la flamme du bec Bunsen du sel marin dans un panier de fil ou toile de platine, le tournesol bleu paraît noir et le rouge est incolore; le virage est net, même pour les liquides colorés en jaune.

La phtaléine du phénol réussit bien avec les acides minéraux et organiques : quand on titre les carbonates, le virage se produit aussitôt que la moitié de l'acide carbonique est déplacée en formant le bicarbonate; si on chauffe ensuite le liquide à l'ébullition, on remarque qu'il faut ajouter un volume d'acide exactement égal à celui qu'on avait employé à froid.

Pour le titrage des carbonates de baryum, de calcium et de magnésium, il vaut mieux opérer à froid avec l'orange de méthyle.

Pâte chromographique. — Pour 1 kilogr. de pâte, faire bouillir 300 cc. d'eau, ajouter 100 gr. de gélatine en petits morceaux; après dissolution y mêler 700 gr. glycérine, agiter, puis faire passer à travers une passoire fine, en recueillant dans les cuvettes à rebord peu élevé, où se fait le tirage; enlever avec une carte les bulles et la mousse superficielles, et laisser prendre. La pâte doit être molle et collante.

L'encre se prépare en épuisant 50 gr. de violet de méthylaniline BBB par 500 cc. d'eau froide employée par portions, de manière à tout dissoudre.

Alliage se dilatant par le refroidissement. — Cet alliage se compose de : plomb, 6 parties; antimoine, 9 parties; bismuth, 1 partie. Il est excellent pour les joints métalliques, ou bien pour sceller du métal dans la pierre ou le marbre.

SUPPLÉMENT 1898

NOTICES

(1) Paul Schutzenberger,

Par M. Charles Lauth.

La nouvelle de la mort de M. Schutzenberger a douloureusement surpris tous ceux qui le connaissaient : son aspect, la vigueur de sa constitution, l'ardeur avec laquelle il se donnait à ses occupations multiples, tout semblait lui réserver de longues années de vie. Confiant dans cette saine robustesse qu'aucune maladie n'avait jamais ébranlée, il abusa de sa force : réfractaire aux conseils de sa famille et de ses amis qui l'engageaient à ménager sa santé, il continuait à travailler dans ses laboratoires ou dans son cabinet d'études comme au temps de sa jeunesse, et il fut frappé, en pleine activité physique et intellectuelle, d'une première attaque, que suivit, quelques semaines plus tard, une rechute mortelle.

Ce fut un savant éminent. Il était doué des qualités qu'on a signalées fréquemment chez les fils de l'Alsace : une imagination vive qui entraîne l'esprit vers les problèmes philosophiques les plus ardus et lui fait concevoir les hypothèses ou les spéculations théoriques qui peuvent les résoudre, une patience infatigable, qui seule permet d'aborder avec succès les longs travaux de laboratoire et donne au savant la force de ne se reposer qu'en face d'un travail épuisé.

Telles sont les qualités qui caractérisaient aussi Gerhardt et Wurtz, comme Schutzenberger enfants de Strasbourg ; ce sont ces qualités qui souvent font répéter que la perte de l'Alsace n'a pas été seulement pour la France une perte matérielle, mais qu'elle a entraîné pour elle une diminution morale et intellectuelle d'une incalculable portée.

Schutzenberger ne laissera pas seulement derrière lui le souvenir d'un grand savant : dans le cœur de ses amis vivra l'image d'un homme bon, d'une exquise bienveillance, d'une fidélité absolue à toutes les affections ; il était, de plus, d'une modestie touchante; il était l'ennemi des intrigues, il en avait l'horreur.

Profondément dévoué à ses élèves, il les encourageait, les excitait au travail et ressentait de leurs succès une joie réelle, comme aussi il

souffrait sincèrement de leurs échecs. Sous un aspect un peu froid, il cachait en effet une sensibilité qu'ont bien connue ceux qui ont eu le bonheur de vivre dans son intimité; rien ne l'affligeait, ne l'irritait même comme une injustice commise ou un manque d'égards manifesté envers quelqu'un des siens, élèves ou amis.

Il jouissait d'une sûreté de jugement qui lui avait donné une grande autorité morale; elle le faisait choisir fréquemment comme conseil, comme arbitre dans des circonstances délicates, comme expert dans des contestations scientifiques ou industrielles particulièrement difficiles à élucider. Quand il avait prononcé, chacun s'inclinait; jamais une récrimination ne s'est élevée, sa sentence rendue, tant la rectitude pondérée de son esprit était universellement reconnue.

Telles étaient les réflexions qu'échangeaient les innombrables personnes présentes aux obsèques, touchantes dans leur modestie, qu'avait imposées la volonté même de Schutzenberger, et je crois pouvoir citer comme un hommage suprême rendu à cet homme de bien les paroles que j'y ai recueillies : « De tous ceux qui sont ici, Schutzenberger est le seul peut-être qui n'ait pas eu un ennemi ».

Paul Schutzenberger est né le 23 décembre 1829; il appartenait à l'une des familles les plus considérées de Strasbourg.

Après avoir terminé ses classes au Collège royal de cette ville, il commença l'étude de la médecine sur les conseils de son oncle, professeur à la Faculté; mais ce fut sans plaisir, presque avec répugnance, et bientôt il se sentit entraîné d'une façon irrésistible vers les sciences physiques et chimiques. Le voisinage des grands centres industriels de l'Alsace ne fut sans doute pas étranger à la direction que prit son esprit; la chimie, qui y reçoit de si nombreuses applications, y était en honneur; elle était considérée comme pouvant offrir une carrière brillante, et Schutzenberger, ainsi que beaucoup d'autres Alsaciens, vit dans l'étude de cette science la possibilité de donner satisfaction à son activité et à son amour du travail.

Il entra avec le titre de préparateur adjoint au laboratoire du professeur Cailliot, dans lequel Ad. Wurtz avait rempli les mêmes fonctions avant lui. En 1853, il fut attiré à Paris, où Persoz le choisit comme préparateur de son cours de teinture et d'impression au Conservatoire des Arts et Métiers. Persoz avait été professeur à la Faculté des Sciences et professeur-directeur de l'Ecole de Pharmacie de Strasbourg; il avait mis à profit son séjour en Alsace et son voisinage avec Mulhouse pour publier son magistral *Traité théorique et pratique de l'impression des tissus*. Il conservait à Paris un souvenir affectueux de l'accueil qu'il avait reçu à Strasbourg; il ouvrait, volontiers et généreusement, son laboratoire aux jeunes Alsaciens qui se destinaient à l'étude de la chimie ou de ses applications, et qui briguaient la faveur de travailler sous la direction d'un maître dont la réputation était devenue européenne.

Après une année passée chez Persoz, Schutzenberger fut chargé du cours de chimie à l'Ecole professionnelle de Mulhouse; il resta comme professeur à l'Ecole supérieure des Sciences de cette ville jusqu'en 1865. De cette époque datent ses travaux sur les matières colorantes naturelles et sur le rôle qu'elles jouent dans la teinture. Pendant cette même période, il put, avec la puissance de travail qu'il possédait, se faire recevoir docteur en médecine (1855), agrégé de chimie à la Faculté de Strasbourg au concours de 1860, docteur ès sciences à la Sorbonne (1863); sa thèse était intitulée : *Essais sur la substitution des éléments électronégatifs aux métaux des sels.*

En 1865, Balard, qui avait apprécié à leur valeur les brillants travaux de Schutzenberger, le fit venir à Paris et le nomma préparateur de son cours au Collège de France. Ce n'est pas seulement l'éclat des dernières recherches du jeune savant qui détermina le choix de Balard : il existait entre ces deux hommes une affinité, une profonde sympathie de caractère, et nous en trouvons la trace dans l'hommage superbe que Schutzenberger rendit en 1896 à Balard, lors de l'inauguration de son buste à Montpellier : la modestie, la droiture, la bonté, les caractérisaient l'un et l'autre; ils devaient se comprendre.

En 1868, Schutzenberger fut appelé au Laboratoire de Chimie des Hautes Etudes à la Sorbonne, dont Henri Sainte-Claire Deville était le directeur titulaire, mais dont il fut le directeur effectif; il y resta jusqu'en 1876, date à laquelle il fut nommé professeur de chimie minérale au Collège de France, en remplacement de Balard.

En 1882, il fut, à l'unanimité, nommé directeur-professeur de l'École de Physique et de Chimie que la Ville de Paris venait de créer.

Il remplit ces fonctions du Collège de France et de l'École de Chimie jusqu'à ses derniers jours.

Schutzenberger était membre de l'Académie de Médecine depuis 1884; en 1887 il fut élu membre de l'Académie des Sciences, et cette élection fut la réalisation d'un rêve longtemps caressé : il considérait un fauteuil à l'Institut comme la récompense suprême accordée à la vie d'un savant et, dans la confidence qu'il me faisait de ses pensées intimes, souvent il me faisait part, avec la réserve et la timidité d'une âme élevée, de cette légitime ambition. Il eut d'ailleurs la satisfaction, qui le toucha non moins que son élection même, d'être élu avec éclat : ses concurrents s'étaient effacés devant lui. Il en fut de même dans toutes ses autres candidatures : c'est un bel hommage rendu à son mérite et à son caractère.

A côté des travaux de laboratoire exposés dans un nombre considérable de Mémoires, Schutzenberger laisse derrière lui des ouvrages didactiques des plus importants.

Sa première publication date de 1863 : c'est le *Traité de Chimie appliquée à la physiologie et à la pathologie animale.*

En 1867 il a publié, sous les auspices de la Société industrielle de

Mulhouse et avec le concours de son Comité de chimie, un *Traité des matières colorantes*, qui comprend leurs applications à la teinture et à l'impression, ainsi que des notices sur les fibres textiles, les épaississants et les mordants. Cet ouvrage, qui valut à son auteur une médaille d'or à l'Exposition universelle de 1867, donne sur ces questions l'exposé complet de nos connaissances à cette époque.

De 1884 à 1894, il a donné un *Traité de Chimie générale* en sept volumes de 600 à 800 pages chacun, comprenant les principales applications de la chimie aux sciences biologiques et aux arts industriels. C'est une œuvre immense, à laquelle il consacrait ses soirées et ses nuits : elle suffirait, à elle seule, à illustrer le nom d'un savant.

Nous avons encore de lui un volume sur *les Fermentations* et une traduction de l'ouvrage du Dr Brücke sur *les Couleurs au point de vue physique, physiologique, artistique et industriel* (1866).

Il convient enfin de citer ses nombreux Rapports à la Société industrielle de Mulhouse, à la Société d'Encouragement, au Conseil d'Hygiène, aux Jurys des Expositions universelles, et une série importante d'articles parus dans le *Dictionnaire* de Wurtz qui sont justement appréciés.

Les fonctions que Schutzenberger a successivement remplies dans des postes très divers l'ont entraîné à diriger ses travaux dans des voies multiples ; aussi le voyons-nous s'occuper tout d'abord de questions industrielles, puis de recherches de chimie organique, enfin de travaux de chimie biologique et de chimie minérale. Il était plus particulièrement attiré par les problèmes de la science pure, où il a laissé, de son passage, des traces profondes et semé des idées fécondes, des conceptions originales. Les débuts de sa carrière et l'expérience qu'il avait acquise en Alsace semblaient le prédestiner aux recherches de chimie appliquée; son nom cependant ne restera attaché à aucune grande découverte industrielle; son esprit philosophique se refusait à diriger ses pensées vers les applications pratiques et, malgré le caractère scientifique qu'elles ont revêtu de nos jours, ces recherches le laissaient presque indifférent.

Avant d'analyser les principaux mémoires qu'il nous a laissés, je veux dire un mot des travaux auxquels il s'est consacré pendant les cinq dernières années de sa vie.

Schutzenberger m'entretenait souvent de ses idées sur la Constitution de la matière, qu'il a développée d'ailleurs dans les *Actualités chimiques* et dans la *Revue de Physique et de Chimie*.

« Les éléments dont se compose le monde matériel sont le résultat « de la condensation d'un principe unique,... d'une seule et même « substance primordiale, que nous pouvons appeler *pantogène* avec « M. Hinrichs....

« Nous ne savons absolument rien de ce qui touche ce mode de « condensation; il ne nous est d'aucune façon permis de le comparer « aux condensations que nous réalisons avec nos éléments ou nos « composés, où un nombre entier d'atomes ou de molécules se com- « binent pour former une nouvelle molécule.

« L'atome du pantogène, si toutefois il existe, rien ne le prouve, « peut être tellement petit, que son poids par rapport à 1 d'hydrogène « serait bien au-dessous des erreurs commises dans nos meilleures « expériences; en d'autres termes, l'unité primordiale, au lieu d'être « 1 ou 0,5 ou 0,25, peut être 0,0001 ou 0,000001.

« ... A côté de cette question, nous en poserons une autre qui s'y « relie tout naturellement.

« Les poids atomiques des éléments sont-ils dans tous les cas « absolument fixes et invariables, ou peuvent-ils se modifier entre « certaines limites très restreintes, suivant les conditions physiques « dans lesquelles se forment les composés?...

« Il nous semble que l'idée un peu étroite que l'on se formait de « l'atome chimique doit faire place à une conception plus large, « capable de tenir compte de données certaines, mais négligées « volontairement jusqu'ici. Pour nous, depuis longtemps, les atomes « chimiques ne sont que des rapports de combinaison établis d'après « certaines considérations théoriques, d'une fixité relative et qui « peuvent varier entre certaines limites restreintes avec les conditions « physiques auxquelles est soumis le composé résultant. »

Tourmenté par ces idées, Schutzenberger a cherché à leur donner une base expérimentale, et il a publié un certain nombre de notes qui, dans sa pensée, éclairaient cette question. Il avait été très frappé, en 1896, par les recherches de M. Emmens sur l'Argentaurum et, sans prendre parti dans une question pour laquelle les éléments d'appréciation manquent encore, il tendait plutôt à admettre l'exactitude de ces expériences. Jusqu'à son dernier jour, son esprit se préoccupait de ces problèmes ardus et on lira avec intérêt et émotion la lettre suivante qu'il m'écrivit le 16 juin 1897; c'est la dernière que sa main ait tracée.

... « Ma pauvre santé se remet lentement et progressivement; chaque jour amène un mieux, quelquefois disparu vers le soir, mais que je retrouve légèrement augmenté le matin en me levant. C'est une progression qui me donne l'espoir de pouvoir reprendre en automne mon activité laborieuse, sans laquelle je me considère comme un mort non encore inhumé.... J'espère qu'à la rentrée nous nous trouverons réunis au laboratoire comme auparavant et qu'en y mettant un peu de sourdine je pourrai achever ce que j'ai commencé et qui s'est trouvé si malencontreusement entravé au bon moment.

« *Plus j'avance, plus je suis convaincu de la variabilité des poids atomiques, seule cause des faits observés par moi....* »

Quel que soit le sort réservé aux conceptions philosophiques de Schutzenberger, il m'a paru bon et utile d'en rappeler les linéaments principaux : le courage est rare à notre époque, et soutenir, comme il l'a fait, fût-ce avec les plus grandes réserves, une opinion qui est en contradiction avec celle de presque tous les chimistes, dénote une indépendance de caractère et une hauteur d'esprit auxquelles il faut rendre hommage.

Travaux de Paul Schutzenberger.

RECHERCHES SUR LES MATIÈRES COLORANTES NATURELLES; NOTES SUR QUELQUES APPLICATIONS INDUSTRIELLES[1].

Mémoire sur les produits pectiques de la racine de garance et sur leur influence dans l'opération du garançage (1855; *Bull. de la Soc. industr. de Mulhouse*, t. **27**, p. 5).

La racine de garance renferme plusieurs principes gélatineux pectiques, notamment de la pectine et de l'acide pectique. C'est à la présence du pectate de chaux que la garance doit la propriété de retenir une partie de ses matières colorantes, qui ne deviennent libres qu'après un traitement acide.

Mémoire sur la solubilité de la matière colorante de la garance dans l'eau surchauffée (avec M. Mathieu-Plessy) (*Bull. Soc. industr.*, t. **27**, p. 395).

L'alizarine est peu soluble dans l'eau bouillante; cette solubilité croît rapidement avec l'élévation de la température, notamment au-dessus de 200°; à 250°, 100 p. d'eau dissolvent 3 p. 16 de matière colorante, qui se dépose par le refroidissement en longues aiguilles anhydres.

Ce même procédé a été utilisé en 1861 par Schutzenberger (*Bull. Soc. Chim.*, (1), p. 18) pour la préparation de la lutéoline, matière colorante de la gaude, qu'il a obtenue ainsi sous forme de cristaux auxquels il a attribué la formule $C^{12}H^8O^5, H^2O$.

Recherches sur les matières colorantes de la garance d'Alsace (avec M. H. Schiffert) (*Bull. de la Soc. industr.*, t. **34**, p. 70).

Ces recherches importantes ont été effectuées avec le produit connu sous le nom de *purpurine commerciale*, qu'Émile Kopp préparait par l'action d'une solution aqueuse d'acide sulfureux sur la poudre de garance; cette solution, additionnée d'acide sulfurique, est chauffée à 35-40° et laisse déposer la purpurine commerciale.

Les auteurs ont montré qu'elle est un mélange de purpurine et de trois autres corps qui étaient inconnus avant eux. Voici comment on les isole : Le produit brut est traité par la benzine à 60° qui dissout une matière colorante jaune, la xanthopurpurine, isomère de l'alizarine; le résidu est épuisé à 50° par l'alcool à 86 pour 100; il cède à ce véhicule une matière orangée qui constitue un hydrate d'alizarine; après ces deux traitements, la masse ne renferme plus que de la purpurine et de la pseudopurpurine; on les sépare par l'alcool bouillant, dans lequel ce dernier corps est presque insoluble. Les auteurs

1. Cette première série de travaux date presque entièrement du séjour de Schutzenberger à Mulhouse.

ont étudié les propriétés de ces quatre colorants; ils ont réalisé la transformation de la pseudopurpurine en purpurine (par sublimation ou surchauffe avec de l'alcool à 180°), et celle de la purpurine en xanthopurpurine par l'action des réducteurs. Ils ont de plus préparé les dérivés amidés et alcoylés de ces différents corps. Schutzenberger et Schiffert ont préparé les quatre matières colorantes et l'alizarine elle-même à l'état de pureté absolue; ils les ont analysées à maintes reprises et avec un soin tout particulier; ils leur ont donné les formules qui cadraient le mieux tant avec les résultats de leurs analyses qu'avec l'idée, généralement admise alors, qui rattachait l'alizarine à la série de la naphtaline. S'ils avaient pu se dégager de cette idée préconçue, ils auraient sans doute découvert, longtemps avant Graebe et Liebermann, la filiation réelle des colorants de la garance; leurs analyses, en effet, concordent beaucoup mieux avec la composition de dérivés anthracéniques, qu'ils sont en réalité, qu'avec celle de dérivés naphtaliques. Cela est d'autant plus étonnant que Schutzenberger hésitait à admettre cette opinion. Dans son *Traité des matières colorantes*, t. 2, p. 53, il dit : « En représentant l'alizarine par la formule $C^{40}H^{6}O^{3}$, on est tenté de considérer avec Laurent et Gerhardt l'acide chloroxynaphtalique comme de l'alizarine monochlorée, d'autant plus que l'acide chloroxynaphtalique offre les caractères d'une matière colorante; mais d'une part il est très probable que la formule de l'alizarine doit être doublée et écrite $C^{20}H^{12}O^{6}$; d'un autre côté, M. Lauth et moi, nous sommes arrivés à remplacer le chlore par de l'hydrogène dans l'acide chloroxynaphtalique et le nouveau corps n'offrait aucune des réactions de la précieuse matière colorante de la garance. »

Schutzenberger a fait connaître à la Société d'Encouragement le résultat de ses expériences sur la nature des matières colorantes qui restent définitivement fixées sur les tissus après les opérations de la teinture et de l'avivage; il a montré que seules l'alizarine et la purpurine sont dans ce cas, que seules, par conséquent, elles sont réellement utiles.

Pour compléter la liste des travaux de Schutzenberger sur la garance, il y a lieu de mentionner un procédé qu'il a imaginé pour l'extraction des matières colorantes qu'elle renferme; cet « extrait de garance » a été l'objet d'une exploitation industrielle importante par la maison Meissonnier, de Paris. Son procédé de préparation est resté secret.

Recherches sur l'acide carminique et sur la cochenille dite « ammoniacale » (*Bull. de la Soc. industr. de Mulhouse*, t. 28, p. 360.)

L'acide carminique n'avait jamais été préparé à l'état de pureté. Schutzenberger l'a obtenu cristallisé, et en a déterminé la composition,

qui répond à la formule $C^9H^8O^5$; il admet l'existence de deux variétés de cet acide, différant par de l'oxygène en plus ou en moins.

C'est un acide bibasique, dont il a préparé les sels cristallisés et les éthers.

La cochenille « ammoniacale » est l'amide de l'acide.

Dans un **Mémoire sur l'action de l'ammoniaque sur les matières colorantes naturelles** (avec M. A. Paraf) (*Bull. Soc. industr.*, t. **31**, p. 503), il montre que d'une façon générale les matières colorantes végétales sont susceptibles de fixer de l'ammoniaque avec élimination d'eau pour former des composés azotés de la classe des amides.

Mémoire sur la matière colorante de la graine de Perse (avec M. Bertèche) (*Bull. de la Soc. industr. de Mulhouse*, t. **35**, p. 455).

Les graines de Perse contiennent deux glucosides isomères, rhamnégines α et β, qui se distinguent par leur solubilité dans l'eau; leur composition est représentée par la formule $C^{24}H^{32}O^{14}$; elles se dédoublent par ébullition avec l'acide sulfurique étendu en isodulcite (corps isomère de la mannite) et en rhamnétines, matières colorantes jaunes insolubles dans l'eau; tous ces corps donnent avec l'anhydride acétique des dérivés acétylés.

Mémoire sur la catéchine (avec M. Rack) (*Bull. de la Soc. industr. de Mulhouse*, t. **34**, p. 310).

On l'obtient en traitant le cachou jaune de Bombay, d'abord par l'eau froide pour enlever l'acide cachoutannique, puis par l'eau bouillante qui dissout et laisse déposer par refroidissement de la catéchine cristallisée, impure; on la purifie en la combinant avec l'acétate de plomb et décomposant le catéchinate de plomb par l'hydrogène sulfuré.

Bien qu'ils aient préparé et analysé divers dérivés de la catéchine, les auteurs hésitent sur sa réelle composition; ils admettent comme probable la formule $C^{22}H^{22}O^9$.

Recherches sur les produits de réduction de l'isatine et de l'indigotine (*Bull. Soc. Chim.*, (2), t. **4**, p. 171; *C. R. Acad. Sciences*, t. **85**, p. 147).

Par l'action de l'acide iodhydrique d'une densité de 1,4 sur l'isatine, l'auteur a obtenu un corps incolore cristallisé, auquel il a reconnu comme composition $C^{32}H^{24}Az^4O^3$, une matière rouge également cristallisée, à laquelle il a donné le nom d'*isatopurpurine*, et qui renferme $C^{32}H^{28}Az^4O^3$, enfin une matière verte, l'*isatochlorine* $C^{30}H^{24}Az^4O^5$.

Ces trois corps dérivent de 4 molécules d'isatine $C^8H^5AzO^2$ avec élimination d'eau.

Par l'action du zinc en poudre sur l'indigo blanc, en présence d'hydrate de baryte à 180°, on obtient de longues aiguilles jaunes ressemblant à l'anthraquinone.

C'est un produit de condensation de l'indol C^8H^7O; son poids molé-

culaire correspond à la formule $C^{16}H^{14}O^{2}$; Schutzenberger lui a donné le nom d'*indoline*.

Fabrication du papier (*Bull. Soc. Chim.*, t. **8**, p. 460).

Cette invention a pour but de transformer le papier imprimé en une pâte blanche utilisable dans la fabrication du papier blanc. On le traite d'abord par la benzine, le sulfure de carbone, etc., puis par des dissolutions alcalines concentrées; au moyen de lavages convenables, on élimine le noir ou les autres colorants provenant de l'encre d'imprimerie.

Il ne semble pas que ce procédé, qui a donné de bons résultats, ait été suivi d'une exploitation importante.

Emploi de l'hydrosulfite de soude dans le montage des cuves de teinture en bleu solide (en collaboration avec M. Félix de Lalande) (*Bull. Soc. Chim.*, t. **16**, p. 182; t. **19**, p. 44; t. **20**, p. 7).

En chauffant vers 60° de l'indigo broyé à l'eau avec une quantité suffisante d'hydrosulfite de soude débarrassé de zinc par de la chaux, on obtient en quelques instants une dissolution alcaline très concentrée d'indigo blanc, qu'il suffit de verser en proportions convenables dans la cuve de teinture pour constituer un bain apte à servir à la teinture de la laine et du coton en bleu solide.

On emploie également l'hydrosulfite dans l'impression du coton en bleu.

Ces applications ont reçu un grand développement et rendent des services signalés dans l'industrie de la teinture et de l'impression.

RECHERCHES DE CHIMIE MINÉRALE.

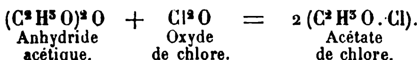
Parmi ces recherches, il en est trois qui fixent particulièrement l'attention : toutes les trois ont donné des résultats inattendus et peuvent être considérés comme des travaux de maître : ce sont les découvertes de l'acétate de chlore et de ses congénères, des composes platinocarboniques et phosphoplatiniques, de l'acide hydrosulfureux.

Essais sur la substitution des éléments électronégatifs et des radicaux électronégatifs aux métaux des sels (*Thèse pour le doctorat ès sciences*, 1869).

Le but visé par Schutzenberger était de remplacer le métal d'un sel par les corps simples les plus électronégatifs, comme Cl, Br, I, ou par des radicaux électronégatifs C Az. Entre un acide hydraté et un sel métallique, la différence réside exclusivement dans la substitution du métal à l'hydrogène : remplacer cet hydrogène *basique* par Cl, Br, etc., tel était son but.

Il a cherché d'abord à l'atteindre par la méthode des doubles décompositions, soit, par exemple, en faisant réagir le protochlorure d'iode sur un acétate métallique, dans l'espoir qu'il se formerait de l'*acétate d'iode* et du chlorure de sodium.

Cette méthode, ne lui ayant pas permis d'isoler l'acétate de chlore, a été remplacée par la suivante : On mélange, à — 15 ou — 20° et à l'abri de la lumière, une molécule d'anhydride acétique et une molécule d'acide hypochloreux anhydre et liquide; au bout de deux à trois heures la combinaison est effectuée, d'après la réaction



$$(C^2H^3O)^2O + Cl^2O = 2(C^2H^3O.Cl).$$

Anhydride acétique. Oxyde de chlore. Acétate de chlore.

Le produit est liquide, jaune clair, neutre et très instable.

Sous l'influence de l'or, l'argent, le palladium, la mousse de platine, il donne naissance à du chlore, à de l'oxygène et à de l'anhydride acétique, régénéré.

En présence du sodium, du potassium, du cuivre, du mercure, etc., il dégage du chlore et produit un acétate métallique.

Enfin, le chrome et le platine sont inactifs.

Schutzenberger a étudié avec soin les réactions de ce corps, très dangereux à manier, et qui est, comme l'on voit, un isomère de l'acide chloracétique, dont il se distingue d'ailleurs par toutes ses propriétés.

Il a signalé notamment la formation d'acétochlorhydrines des glycols par l'action de l'acétate de chlore sur les carbures éthyléniques. L'une des plus intéressantes réactions de l'acétate de chlore est celle qui donne naissance à l'acétate d'iode : on l'obtient en ajoutant de l'iode à l'acétate de chlore en présence d'anhydride acétique; on voit peu à peu se déposer des cristaux qui renferment $(C^2H^3O^2)^3I$.

En se substituant au chlore de l'acétate de chlore, l'iode fonctionne à la manière d'un élément triatomique, comme il l'est déjà dans le trichlorure d'iode ICl^3. Cette tendance trivalente de l'atome d'iode ne se révèle qu'autant qu'il intervient comme élément électropositif, c'est-à-dire qu'il se trouve en relation avec un autre élément plus électronégatif que lui.

Il est plus avantageux, dans la préparation de l'acétate d'iode, d'opérer comme il suit : On dirige un courant d'acide hypochloreux anhydre dans de l'acide acétique anhydre tenant de l'iode en suspension; il se forme d'abord un iodol diacétochlorhydrique



$$I \begin{cases} (C^2H^3O^2)^2 \\ Cl \end{cases},$$

qui, en présence d'un excès d'acide hypochloreux, se transforme en acétate d'iode cristallisé.

Ce beau travail a été complété par la préparation du sulfate hypochloreux $4SO^3Cl^2O$, du butyrate de chlore, du butyrate d'iode, de l'acétate et du benzoate de cyanogène, etc.

Au cours de ses recherches, Schutzenberger a étudié, avec plus de soin qu'il n'avait été fait jusqu'alors, le chlorure d'iode et l'acide iodacétique, qu'il a préparé en grandes quantités en chauffant l'iode et l'acide iodique avec de l'anhydride acétique.

Recherches sur diverses séries nouvelles de composés platiniques. — 1° Par l'action combinée du chlore et de l'oxyde de carbone sur la mousse de platine à 250-300°, Schutzenberger a réalisé la synthèse de combinaisons platiniques *volatiles*, corps absolument inconnus jusqu'alors (*Bull. Soc. Chim.*, t. **14**, p. 17 et 97). Ce sont des combinaisons de sous-chlorure de platine avec l'oxyde de carbone. Il a obtenu ainsi les chlorures $3\,CO.2\,PtCl^2$, $CO.PtCl^2$, $2\,COPtCl^2$, tous trois très bien cristallisés.

Ces corps se prêtent à des phénomènes de dissociation très nette; quand on chauffe $2\,CO.PtCl^2$ en vase clos, il se dégage de l'oxyde de carbone jusqu'à ce que l'on ait atteint une tension de dissociation déterminée, qui varie avec la température. Ils se décomposent au contact de l'eau en platine divisé, acide chlorhydrique et acide carbonique ou mélange d'acide carbonique et d'oxyde de carbone.

Le gaz ammoniac réagit sur ces composés et donne les chlorhydrates de bases nouvelles $CO.PtCl^2 + 2\,AzH^3 = CO.Pt.2\,AzH^2.2\,ClH$; en admettant le platine comme tétravalent, ce chlorhydrate pourrait être représenté par la formule $CO=Pt=(AzH^2)^2, 2\,ClH$.

2° La mousse de platine réagit sur le perchlorure de phosphore en donnant de longues aiguilles brunes, $PhCl^3.PtCl^2$, qui peuvent s'unir à 1 mol. de protochlorure de phosphore pour donner $2\,PhCl^3.PtCl^2$, volumineux cristaux jaune clair.

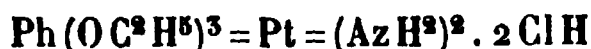
Schutzenberger les a désignés sous le nom de *chlorures phospho-* et *diphosphoplatiniques*. Ils lui ont servi de point de départ pour l'obtention de deux séries parallèles de nombreuses combinaisons, obtenues en substituant, par voie de double décomposition, des groupes monovalents au chlore lié au phosphore, la copule $PtCl^2$ restant toujours associée au produit formé.

C'est ainsi qu'il a préparé :

Des acides phosphoplatiniques, dans lesquels le chlore est remplacé par l'anhydride OH, par l'action directe de l'eau sur les chlorures;

Des éthers phosphoplatiniques, par l'action des alcools-éthers, qui eux-mêmes forment des combinaisons avec l'éthylène, l'oxyde de carbone, le trichlorure de phosphore.

Ces éthers phosphoplatiniques se combinent avec l'ammoniaque et les amines organiques pour former des diamines :

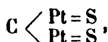


$$Ph(OC^2H^5)^3 = Pt = (AzH^2)^2.2\,ClH$$

(*C. R. Acad. Sciences*, 1870, t. **70**, p. 1414).

3° Un alliage formé de 1 p. de platine pour 4 p. d'étain traité par l'acide chlorhydrique étendu laisse un résidu formé de paillettes cristallines : elles constituent le chlorure d'un radical platinostannique Pt^2Sn^3 qui a été isolé et dont Schutzenberger a préparé aussi l'oxyde $Pt^2Sn^3O^3$. Il a prouvé ainsi que, contrairement à l'opinion qu'on se faisait des alliages, l'union entre deux métaux peut persister même dans les combinaisons obtenues après la dissolution (*C. R. Acad. Sciences*, t. **98**, p. 985).

4° Schutzenberger a fait connaître encore le carbure de platine C^2Pt et le sulfocarbure de platine



$$C \left\langle \begin{matrix} Pt = S \\ Pt = S \end{matrix} \right. ,$$

qu'il prépare par l'action du cyanogène et du sulfure de carbone sur la mousse de platine.

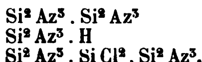
En collaboration avec M. Colson, il a montré que le siliciure de platine se forme lorsqu'on chauffe une lame de platine dans un creuset rempli de noir de fumée exempt de silice; cette expérience curieuse prouve que le silicium pénètre, sous une forme gazeuse ou volatile, dans l'intérieur du creuset.

Mémoires sur le carbure, l'azoture, l'azotocarbure, l'oxycarbure de silicium (avec M. Colson) (*C. R. Acad. Sciences*, 1879-1882).

1° Le chlorure de silicium absorbe le gaz ammoniac; le produit de la réaction, chauffé au rouge sombre, perd beaucoup de sel ammoniac et laisse un résidu blanc qui avait été envisagé comme de l'azoture de silicium Si^3Az^4.

Schutzenberger a montré qu'il renferme du chlore et a pour composition $Si^5Az^6Cl^2$. Chauffé dans un courant de gaz ammoniac, ce corps perd son chlore et se transforme en Si^2Az^3H, composition confirmée par celle du véritable *azoture de silicium* $2(Si^2Az^3)$, qu'il a préparé en chauffant au rouge blanc du silicium cristallisé dans un courant d'azote pur.

Ces trois corps forment une série naturelle :



$$\begin{array}{l} Si^2Az^3 . Si^2Az^3 \\ Si^2Az^3 . H \\ Si^2Az^3 . SiCl^2 . Si^2Az^3. \end{array}$$

2° En chauffant le silicium dans un creuset de charbon ou en le chauffant dans un courant de cyanogène, on obtient un *azotocarbure de silicium* Si^2C^2Az, corps vert, d'une extrême résistance à l'action de tous les agents chimiques.

L'azoture et l'azotocarbure de silicium ont une grande tendance à se former chaque fois que l'azote se trouve en présence de silicates et d'un réducteur; la porcelaine et le verre sont fortement attaqués eux-mêmes lorsqu'on les chauffe en présence d'azote, associé à un élément réducteur, hydrogène ou carbone, comme dans l'ammoniaque ou le cyanogène.

3° Le silicium, chauffé dans une atmosphère d'acide carbonique, se transforme en *oxycarbure* $Si^2C^2O^2$, blanc-verdâtre.

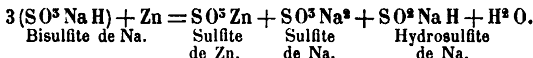
4° On obtient un *carbure de silicium* en chauffant du silicium au rouge blanc dans un petit creuset en charbon de cornue, enveloppé d'une brasque titanifère qui empêche l'azote de pénétrer dans le creuset.

Recherches sur un nouvel acide oxygéné du soufre, l'acide hydrosulfureux (*Ann. de Chim. et de Phys.*, (4), t. **20**, p. 351).

Divers observateurs avaient constaté depuis longtemps qu'une solution d'acide sulfureux mise en contact avec du zinc acquiert la propriété de. décolorer instantanément le tournesol et le carmin d'indigo. Ce fait, inexpliqué, a été l'objet des recherches de Schutzenberger, qui l'ont conduit à la découverte importante d'un nouvel acide oxygéné du soufre, auquel il a donné le nom d'acide *hydrosulfureux*.

On prépare l'hydrosulfite de sodium en mettant des copeaux de zinc en contact avec une solution concentrée (30-35° Baumé) de bisulfite de sodium. Après 15 à 20 minutes, la réaction, qui se passe avec production de chaleur, mais sans dégagement de gaz, est terminée; par le refroidissement, il se dépose des cristaux de sulfite double de zinc et de sodium; on décante la liqueur, et on l'étend de 8 à 10 fois son volume d'alcool; il se sépare ainsi de nouveaux cristaux de ce sulfite, mélangés de sulfite de sodium. Le liquide, décanté rapidement et conservé dans un flacon bouché, se prend en une masse feutrée, composée de longues et fines aiguilles d'hydrosulfite de sodium. On peut remplacer le zinc par le fer, le nickel, etc. Lorsque, au lieu de bisulfite, on se sert d'acide sulfureux, on obtient l'acide hydrosulfureux lui-même; mais cet acide est beaucoup moins stable que ses sels.

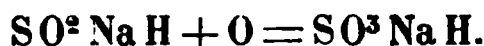
L'action du zinc sur le bisulfite est représentée par l'équation



$$3(SO^3NaH) + Zn = SO^3Zn + SO^3Na^2 + SO^2NaH + H^2O.$$

Bisulfite de Na. — Sulfite de Zn. — Sulfite de Na. — Hydrosulfite de Na.

Ce corps est doué d'un pouvoir réducteur très intense. Au contact de l'air il absorbe rapidement l'oxygène, en se changeant en bisulfite



$$SO^2NaH + O = SO^3NaH.$$

La rapidité avec laquelle il absorbe l'oxygène libre, gazeux ou dissous dans un liquide, a permis à Schutzenberger d'utiliser ce sel dans l'analyse des gaz, dans la recherche de traces d'oxygène, dans le dosage volumétrique de l'oxygène dissous.

J'ai montré ailleurs le parti qu'il en avait tiré dans la teinture et l'impression de l'indigo.

A côté de ces découvertes importantes, il convient encore de citer, dans les recherches de Schutzenberger sur la chimie minérale, quelques travaux d'importance moindre, mais intéressants à des titres divers.

Préparation de l'oxychlorure de carbone (*C. R. Acad. Sciences*, t. **66**, p. 747).

Schutzenberger a réalisé la formation du phosgène :

1° En dirigeant $Cl + CO$ sur la mousse de platine à 400°;

2° Par l'action de ZnO sur CCl^4 à 200° en vase clos;

3° En faisant passer CO^2 ou CO et CCl^4 sur de la ponce chauffée à 400°;

4° En dissolvant SO^3 dans CCl^4 et en chauffant *légèrement*; l'oxychlorure se dégage très régulièrement et peut être condensé par le froid (*C. R. Acad. Sciences*, t. **69**, p. 352).

Notes sur l'allotropie métallique (*C. R. Acad. Sciences*, 1er sem. 1878);

Sur la préparation du soufre octaédrique (*C. R. Acad. Sciences*, t. **66**, p. 746);

Sur les phénomènes qui accompagnent la combustion de mélanges dilués d'oxygène et d'hydrogène (*C. R. Acad. Sciences*, 1er sem. 1878);

Sur le dosage du carbone de la fonte (*C. R. Acad. Sciences*, 1er sem. 1875);

Sur les acétonitrates de chrome (*C. R. Acad. Sciences*, t. **66**, p. 814).

RECHERCHES DE CHIMIE ORGANIQUE ET DE CHIMIE BIOLOGIQUE.

Sur les dérivés acétiques des principes hydrocarbonés et des alcools polyvalents (avec M. Naudin) (*Ann. de Chim. et de Phys.*, (4), t. **21**, p. 235).

L'anhydride acétique réagit facilement sur un grand nombre de principes immédiats organiques faisant fonction d'alcools polyatomiques, et les transforme en dérivés acétiques; on peut ainsi déterminer le degré d'atomicité d'un alcool, et établir si un principe immédiat donné renferme ou non des fonctions alcooliques.

Schutzenberger a préparé dès 1865 la cellulose acétique, l'amidon acétique, la gomme acétique, des glucoses acétiques, etc. La production des dérivés acétylés des matières sucrées lui a permis, en les faisant réagir sur des corps appropriés, par exemple sur la combinaison plombique de la saligénine, d'effectuer la synthèse de véritables glucosides, voisins par leurs propriétés des glucosides naturels.

Par l'action de l'acide cyanhydrique sur la glucose, à 100°, Schutzenberger a obtenu le sel ammoniacal de l'acide glucocarbonique (*C. R. Acad. Sciences*, 2e sem. 1882).

Action de l'iode sur le toluène (*C. R. Acad. Sciences*, 2e sem. 1872). — L'auteur y a observé la formation d'acide iodhydrique et de benzyltoluène $C^{14}H^{14}$.

Action du sodium et du potassium sur la benzine à 200°. — Dans cette action, on constate que le sodium enlève de l'hydrogène au carbure et qu'il provoque ainsi la formation de carbures condensés moins hydrogénés, comme le diphényle, le diphényle-benzène, etc.

Préparation des carbures saturés. — Elle peut être réalisée par l'action du bioxyde de baryum sur les acides anhydres de la série $C^n H^{2n} O^2$; c'est ainsi qu'avec l'acide acétique anhydre on obtient l'éthane à peu près pur (*C. R. Acad. Sciences*, t. **61**, p. 487).

Recherches sur les carbures d'hydrogène contenus dans le pétrole du Caucase. (*C. R. Acad. Sciences*, 2e sem. 1880). — Après avoir enlevé au moyen d'un excès d'acide sulfurique fumant les carbures aromatiques ou térébiques qui existent dans ces pétroles, on obtient comme résidu un mélange de carbures volatils de 80 à 350° dans le vide, auquel Schutzenberger a donné le nom général de *paraffènes*; leur composition élémentaire est celle des carbures éthyléniques $C^n H^{2n}$, mais ils possèdent les propriétés et l'inertie des paraffines; ils sont inattaquables par les acides les plus énergiques, et ne donnent avec le chlore et le brome que des produits de substitution. Quelques-uns des termes de cette série ont été isolés.

Citons encore une note sur l'**acide benzulmique**, sur la **naphtulmine**, sur l'**action de l'iodure de cyanogène et de l'iode sur la térébenthine** (avec M. de Clermont). Ces expériences, d'importance secondaire, le reposaient en quelque sorte du travail considérable auquel il se livrait depuis de longues années et qui constitue l'un de ses principaux titres de gloire; je veux parler de ses **Recherches relatives à la constitution des matières azotées de l'organisme animal (matières albuminoïdes et protéiques)** (*Ann. de Chim. et de Phys.*, (5), t. **16**. — *C. R. Acad. Sciences*, t. **80**, p. 232; t. **81**, p. 1108 et 1194; t. **82**, p. 262; t. **84**, p. 124, t. **115**, p. 208 et 764; t. **112**, p. 198. — *Revue scientifique*, 2e sem. 1886, p. 97).

Elles avaient été précédées de ses **Etudes sur la respiration des végétaux aquatiques à feuilles vertes** (avec le Dr Quinquaud) (*C. R. Acad. Sciences*, 2e sem. 1873); elles étaient menées de front avec ses **Recherches sur la levure de bière** (*C. R. Acad. Sciences*, 1er sem. 1874, 1er et 2e sem. 1879, 1er sem. 1884).

De ces dernières recherches il résulte que deux phénomènes inverses et simultanés peuvent s'accomplir dans la cellule vivante :

1° Un phénomène de décomposition et de désassimilation n'exigeant pas le concours de l'oxygène et tendant à dédoubler les principes albuminoïdes en composés plus simples;

2° Un phénomène de synthèse où l'intervention de l'énergie fournie par l'acte respiratoire est indispensable et qui reconstitue les composés complexes aux dépens de termes plus simples.

Avant ces expériences, on n'avait point formulé d'une façon aussi précise les phénomènes généraux chimico-biologiques qui se passent pendant la vie des cellules. « Pour la première fois, dit M. Armand Gautier dans la belle Notice qu'il a consacrée à la vie de son ami,

un chimiste parvenait à établir, la balance et les réactifs à la main, le bilan général des phénomènes intimes qui se passent dans une cellule qui vit et fonctionne, et à éclairer le mécanisme en vertu duquel les produits de synthèse viennent remplacer, molécule à molécule, ceux de dédoublement. »

Les recherches de Schutzenberger sur les matières albuminoïdes ont eu pour but de fixer la constitution de cette classe importante de corps. Sur cette question, on n'avait que des données vagues et incomplètes; c'était un des problèmes les plus obscurs de la chimie organique.

Pour le résoudre, Schutzenberger choisit une réaction de décomposition susceptible d'être étudiée d'une façon complète et dans toutes ses parties, pouvant aboutir, sans le secours d'aucune hypothèse, à une équation ayant pour premier membre la matière albuminoïde à étudier et pour second membre tous les termes de la réaction.

Il eut recours à l'action d'une solution concentrée de baryte hydratée qui, en vase clos et à une température variant de 180 à 250°, transforme toutes les matières protéiques en principes cristallisables ou tout au moins bien définis. La facilité avec laquelle on élimine le réactif par l'acide sulfurique en ne conservant que les produits du dédoublement, lui a permis de donner une grande rigueur aux déterminations quantitatives. Quelle que soit la matière employée, on trouve dans le cylindre en acier qui sert à ces décompositions :

1° Une solution jaune clair renfermant de l'ammoniaque libre;

2° Un dépôt blanc-grisâtre renfermant de la baryte, du carbonate, de l'oxalate et du sulfate de baryte.

Après dosage de l'ammoniaque, de l'acide carbonique et de l'acide oxalique et élimination de la baryte restée en dissolution, la liqueur était évaporée dans le vide et on dosait l'acide acétique qu'elle donne par distillation. Le résidu fixe de cette évaporation, bien qu'il soit un mélange complexe, était soumis à l'analyse. « Sans le secours de ce moyen d'investigation, il m'eût été impossible, dit Schutzenberger, de démêler le sens général du dédoublement. »

Deux faits se dégagent de ces premières observations : le poids des produits obtenus est généralement supérieur à celui de la matière protéique mise en expérience, l'excès représentant l'eau fixée pendant la décomposition; les rapports de ces produits varient d'une espèce de matière protéique à une autre; mais, étant constants pour une même substance, ils constituent une caractéristique de chaque corps.

Toutes les matières protéiques examinées ont donné les résultats suivants : Elles fournissent 2 molécules d'ammoniaque par molécule d'acide bibasique : ce qui conduit à faire admettre dans ces matières l'existence de groupements carbamide et oxamide, qui se dédoublent par hydratation en acide carbonique et ammoniaque, en acide oxalique et ammoniaque. Le nombre des molécules d'eau fixées dans la réaction se rapproche sensiblement du nombre des atomes d'azote contenus dans la substance initiale, ce qui porte à conclure que les liens qui relient les groupements partent de l'azote. La for-

mule brute du résidu fixe est à peu de chose près $x\,(C^nH^{2n}AzO^2)$.

Ce résidu fixe a été soumis à une analyse minutieuse, par l'emploi de dissolvants appropriés, eau, alcool, éther, etc., et, par de nombreuses cristallisations, Schutzenberger est arrivé à la séparation complète des produits.

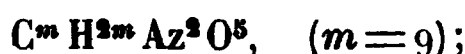
Il a obtenu ainsi dans la décomposition de la gélatine :

1° Des dérivés amidés (glycocolle, alanine, leucine, etc.);

2° Un composé cristallisable, $C^5H^{12}Az^2O^4$, la *glycalanine*, qui peut être envisagée comme une combinaison moléculaire de glycocolle et d'alanine;

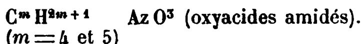
3° Des composés cristallisables de la forme $C^mH^{2m-1}AzO^2$, auxquels il a donné le nom de *leucéines*, (valeur de m égale à 4 et 5);

4° Des corps dont la composition correspond à la formule



$$C^mH^{2m}Az^2O^5, \quad (m = 9);$$

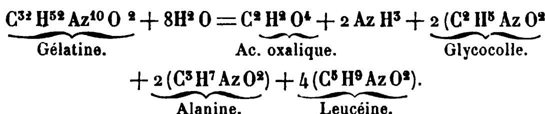
5° Des produits amidés de la forme



$$C^mH^{2m+1}AzO^3 \text{ (oxyacides amidés).} \quad (m = 4 \text{ et } 5)$$

Les leucéines et les corps de la 4ᵉ série doivent être envisagés comme des anhydrides des composés amidés $C^mH^{2m+1}AzO^3$.

La décomposition de la gélatine par l'hydrate de baryte est représentée par l'équation



$$\underbrace{C^{32}H^{52}Az^{10}O^{2}}_{\text{Gélatine.}} + 8H^2O = \underbrace{C^2H^2O^4}_{\text{Ac. oxalique.}} + 2\,AzH^3 + \underbrace{2\,(C^2H^5AzO^2}_{\text{Glycocolle.}} + \underbrace{2\,(C^3H^7AzO^2)}_{\text{Alanine.}} + \underbrace{4\,(C^5H^9AzO^2)}_{\text{Leucéine.}}.$$

Le glycocolle (acide amido-acétique) et l'alanine (acide amidopropionique) ont une constitution bien établie par les méthodes de synthèse qui ont servi à les former.

Quant aux leucéines, Schutzenberger a établi qu'elles donnent par distillation avec la poudre de zinc des bases pyrroliques; ces bases contiennent le groupe imide $AzH=$; il doit en être de même des leucéines, dont la constitution serait représentée par des formules telles que



$$AzH \begin{array}{l} < C^2H^4.CO.O \\ < C^2H^4 \end{array} = C^5H^9AzO^2, \text{ leucéine en } C^5.$$

Guidé par ces considérations, Schutzenberger a tenté la synthèse des leucéines par l'action du bromure d'éthylène sur le glycocollate de zinc, et il en a en effet obtenu un corps $C^4H^7AzO^2$ dont les propriétés rappellent tout à fait celles de la leucéine.

La nature chimique des divers termes de la décomposition par hydratation de la gélatine étant ainsi entièrement établie, le problème de la synthèse paraît revenir à trouver les moyens de souder ces termes avec élimination d'eau.

Le résidu fixe de l'albumine a donné les mêmes produits que celui de la gélatine; mais en opérant à 100° on trouve à la place de ces produits une série de corps ayant pour formule



$$C^n H^{2n} Az^2 O^4 \quad (n = 11)$$

glucoprotéines α dédoublables en homologues du glycocolle et en leucéines; une dileucéine $C^{17} H^{30} Az^4 O^8$, dédoublable en glucoprotéine β $C^9 H^{18} Az^2 O^4$ et en acide protéique $C^8 H^{14} Az^2 O^5$.

« Sous l'influence de l'hydratation provoquée par la baryte, tous « les liens d'*amides* qui relient les groupes CO et C^2O^2 aux atomes « d'azote se dénouent, chaque lien absorbant 1^{mol} d'eau. Il en résulte : « 4^{mol} d'ammoniaque, 1^{mol} d'acide carbonique, 1^{mol} d'acide acétique, « 1^{mol} d'acide oxalique, des groupements de la forme $C^n H^{2n} Az^2 O^4$, glu- « coprotéines α ($n = 11$ à 8) dédoublables en leucine ou homologues « et en leucéines, un groupement de la forme $C^n H^{2n-4} Az^4 O^8$ ($n = 17$) « dédoublable en glucoprotéine β et en acide protéique. »

Le travail de Schutzenberger sur la constitution des matières albuminoïdes et protéiques est une œuvre colossale, digne de toute notre admiration, non seulement pour la sagacité et la patience qu'elle met en relief chez cet habile opérateur, mais encore pour les résultats qu'il a obtenus et qui ont fixé définitivement nos vues sur un sujet des plus difficiles à aborder.

Les conséquences ne s'en sont pas fait attendre longtemps : chacun se rappelle les synthèses de M. Grimaux, qui, se basant sur les travaux de Schutzenberger, a réalisé la préparation de colloïdes organiques azotés par l'action de l'urée sur l'anhydride aspartique et de l'ammoniaque sur l'anhydride amidobenzoïque.

Schutzenberger lui-même a fait plus récemment une synthèse d'albuminoïdes en traitant par l'anhydride phosphorique le produit brut de l'action de la baryte sur l'albumine. Il a ainsi obtenu un corps colloïdal qui possède les principales propriétés des peptones.

(2) Analyse qualitative des principales matières colorantes artificielles,

Par M. Auger,
Chef des Travaux chimiques à la Faculté des Sciences de Paris.

Les tableaux d'analyse que nous donnons ci-dessous ne pourront guère servir qu'à indiquer la nature d'une matière colorante pure. Dans le cas de mélange de colorants voisins par leurs propriétés, l'analyse devient extrêmement délicate. Le cadre que nous nous sommes tracé ne nous permet pas d'entrer dans les détails des manipulations fort longues qui deviennent alors nécessaires pour séparer ces matières colorantes. Nous avons dû nous borner à ne signaler que celles de ces substances qui sont les plus employées.

I

§ 1. *La substance est en solution aqueuse.* — On en évapore une partie à siccité, et, après avoir pulvérisé le résidu sec, on en projette une portion dans de l'acide sulfurique concentré couvrant le fond d'une soucoupe. On examine avec soin la coloration sulfurique obtenue, ainsi que les changements de coloration et les précipités qui peuvent se produire, en diluant peu à peu l'acide avec de l'eau. On passe ensuite au chapitre II.

§ 2. *La substance est en solution alcoolique.* — On évapore l'alcool et on traite la substance suivant le § 3.

§ 3. *La substance est solide.* — On projette une petite quantité de matière pulvérisée à la surface de l'eau contenue dans un grand verre à pied. Les stries colorées produites par la dissolution permettront souvent de reconnaître si l'on est en présence d'un mélange de plusieurs colorants.

Si la matière est insoluble, on la traite d'après le § 4.

Une substance partiellement soluble dans l'eau, même à l'ébullition, fournira une solution (voir § 1) et un précipité (voir § 4).

On examinera aussi, avec la substance solide, la coloration produite par la dissolution dans l'acide sulfurique concentré. Les chlorhydrates de colorants basiques fournissent un dégagement de gaz chlorhydrique.

Les stries de dissolution sulfurique indiqueront aussi si la substance est un mélange.

§ 4. *La substance est insoluble dans l'eau.* — On est en présence soit d'un colorant naturellement insoluble, soit d'un colorant acide à l'état de laque, soit enfin d'un colorant basique à l'état de stéarate ou

de résinate. On fait bouillir la substance avec une solution à 10 pour 100 de carbonate de sodium et l'on filtre :

a) *Solution.* — La solution, colorée ou non, est additionnée d'un léger excès d'acide acétique :

α. *Le produit reste dissous :* on l'essaye d'après le chap. II.

β. *Il se forme un précipité :* On délaye une partie du précipité dans de l'eau que l'on porte à l'ébullition et dans laquelle on trempe un morceau de laine. Si la laine se teint, la solution du colorant dans le carbonate de sodium est traitée suivant le chap. II. Dans le cas contraire, on procède à un nouvel essai de teinture avec de la laine mordancée au chrome : la nuance que prend l'échantillon contribue à déterminer la nature du colorant à mordant, qui constituait le précipité :

Teinture.		*Solution dans* Na OH.
Rouge-violacé.	Alizarine.	Violette.
Rouge vif.	Purpurine.	Violette.
Orangé-rouge.	Nitroalizarine.	Rouge.
Brun.	Brun d'anthracène.	Bleue.
Bleu-violet.	Alizarine-cyanine.	Bleu-vert.
Bordeaux.	Bordeaux d'alizarine.	Violet-rouge.
Brun.	Marron d'alizarine.	Bleu-vert.

b) *Résidu insoluble.* — On arrose le résidu insoluble avec de l'acide acétique dilué :

α. *Solution colorée.* — On opère d'après le chap. II.

β. *Rien ne se dissout.* — On traite le résidu par l'alcool bouillant.

aa. *Solution alcoolique :*

	Coloration sulfurique.	
Jaune.	Jaune.	Amidoazobenzène.
	Rouge-fuchsine.	Orangé insoluble.
Rouge.	Violet-bleu.	Ponceau insoluble.
	Violet-rouge.	Soudan.
	Jaune.	Primerose à l'alcool.
Bleue.	Jaune-brun.	Bleu à l'alcool. (L'addition de Na OH fait virer au brun rouge.) Indophénol. (La soude n'altère pas la solution.)
	Bleu-violet ou Bleu franc.	Indulines.
Noire.		Nigrosines.

bb. *Insoluble dans l'alcool bouillant.* — Il peut rester sur le filtre une substance inorganique insoluble, ou bien :

Indigo.	(Solution sulfurique bleue.)
Bleu d'alizarine.	(Solution sulfurique rouge-cramoisi.)

II

La solution primitive, ou celle qui a été obtenue par les traitements indiqués plus haut, est additionnée de poudre de zinc et soumise à l'ébullition. Puis on filtre :

1) *La solution se décolore.* — On la verse dans une soucoupe pour la soumettre à l'action de l'air.

A. La couleur réapparaît spontanément, ou mieux après avoir additionné la solution légèrement acétique d'une trace de PbO^2 en poudre fine.

La couleur appartient alors aux groupes : triphénylméthane, induline, acide sulfindigotique, thionine, azine, oxazine, bleu de Nil, etc.... Voir plus loin § 1) A.

B. La couleur ne réapparaît pas, ou l'action de l'air fait réapparaître une tout autre coloration :

Groupe azoïque, phénols nitrés, auramine, etc.... Voir plus loin, § 1) B.

2) *La solution ne se décolore pas complètement.* Voir plus loin § 2

§ 1) A.

Solution sulfurique.	*Solution primitive.*			
Jaune.	Rouge. Aciduler avec H Cl.	Précipité. Phtaléines.	Éosine.	Chauffée sur la lame de platine dégage des vapeurs de brome.
			Érythrosine.	Id. d'iode.
			Lutécienne.	Solution sans fluorescence.
		Solution. Alcaliniser avec Na OH.	Méthyléosine.	Teinture sur soie à nuance rouge-bleuâtre.
			Précipité rose.	Fuchsine.
			Solution.	Rhodamine. Solution primitive fluorescente.
				Fuchsine acide. La soude en excès à chaud décolore la solution.

Solution sulfurique.	*Solution primitive.*			
Jaune. . .	Verte, bleue ou violette. Alcaliniser avec Na OH.	Précipité coloré.	Vert ou bleu-vert (passant au rougeâtre).	Vert malachite.
			Brun	Bleu Victoria.
			Violet.	Violet de Paris. Violet cristallisé.
		Solution.	Vert pâle décolorée par l'alcali en excès.	Verts sulfonés.
			Vert-bleu, non décolorée par l'alcali en excès. .	Bleu patenté.
			Bleu pâle, décolorée par l'alcali en excès.	Bleus solubles.
			Violette. La solution additionnée d'H Cl concentré précipite : Précipité violet dans une sol. verte	Violet acide.
			Précipité bleu.. .	Violamine.
Bleue ou bleu-violet.	Bleue. . . .	La solution primitive est additionnée d'acide sulfurique et d'une goutte d'acide azotique.	Se décolore.. . .	Acides sulfindigotiques.
			Ne se décolore pas.	Indulines solubles. Indulines sulfonées.
Vert pré.	Bleue. . . .	Thiocarmin . . .	Teint la laine en bain acide.	
		Bleu de méthylène	Teint le coton mordancé au tannin. La solution n'est pas altérée par HCl.	
Vert franc.	Rouge. Alcaliniser avec la soude.	Précipité rose . .	Safranine	Se réduit difficilement par la poudre de zinc.
		Solution rose.. .	Rosinduline. . .	
Vert franc.	Violet-rouge.	Mauvéine		
	Bleue. . . .	Bleu Capri . . .	L'acide chlorhydrique fait virer la couleur au rouge.	
Vert-bleu.	Bleue. . . .	Bleu de Meldola.	La solution bleu-violet passe au bleu franc par addition d'acide chlorhydrique. La poudre est sternutatoire.	
		Bleu de Bâle.		
Vert-noirâtre.	Bleue. . . .	Indazine.		
Brune.	Bleue. . . .	Bleu de Nil.		

§ 1) B.

La couleur primitive a passé du bleu au rouge pendant la réduc-n ; elle réapparait rouge : *Indoïne.*

La couleur a disparu. On alcalinise la solution primitive par la soude

a) *Précipité.*

Brun.	Brun Bismarck.
Jaune-brun.	Chrysoïdine.
Blanc.	Auramine.
Blanc sale cristallin (en solution pas trop diluée).	Orangé IV.

b) *Solution.*

Solution sulfurique.			
Incolore. Aciduler par l'acide chlorhydrique la liqueur primitive.	Précipité blanc.	Jaune de Martius.	
	Solution jaune.	Acide picrique. .	Ses sels alcalins fusent sur une lame de platine chauffée.
Jaune. Aciduler par l'acide chlorhydrique.	Précipité . .	Chrysoïne. . . .	
	Solution jaune.	Jaune SS	Teinture sur laine jaune franc.
		Jaune OS.. . . .	Teinture sur laine jaune à reflet vert. Sel de calcium insoluble.
		Tartrazine. . . .	La solution vire au rouge par la soude.

	Nuance primitive.		
Rouge . .	Rouge. . . .	Ponceau de xylidine.	
		Rouge Saint-Denis.	Teint le coton en bain de soude et sel marin.
	Orangée. . .	Orangé II.	
	Jaune. . . .	Citronine	Ne teint pas le coton.
		Chrysamine . . .	Teint le coton en bain alcalin, vire au rouge brun avec la soude.
		Jaune Soleil. . .	Teint le coton en bain alcalin, vire au rouge orangé avec la soude.
Violette. .	Orangée. . .	Orangé I	Solution primitive de nuance rouge.
		Orangé IV. . . .	Solution primitive de nuance orangée. Le sel de sodium est très peu soluble.
	Rouge foncé.	Roccelline. . . .	Acide chlorhydrique : précipité brun-jaune.
		Cérasine.	Soluble en acide chlorhydrique. La soude précipite en brun jaune.
		Azofuchsine. . .	Vire au jaune par l'acide chlorhydrique, au bleu par la soude, teint la laine en rouge bleuâtre.
		Ponceau naphtionique N.R.R. .	Teint la laine en rouge ponceau.
		Naccarat ou azorubine	Précipite en brun jaune par l'acide chlorhydrique, teint la laine en nuance plus vive que la roccelline.
	Jaune. . . .	Jaune métanile.	

Solution sulfurique.	*Teinture.*			
Bleue. Teindre un morceau de coton en solution de carbonate de sodium.	La substance teint le coton.	Bleue.	Bleu diamine.	
			Benzoazurine . .	La teinture passée au fer chaud vire au rouge et reprend la teinte primitive par refroidissement.
		Rouge. La liqueur primitive précipite par H Cl	Précipité bleu....	Congo.
			Précipité brun. .	Benzopurpurine. Deltapurpurine. Pourpre de Hesse. (Teinture à nuance bleuâtre.)
		Violette.	Congo Corinthe .	Vire au rouge cerise par Na OH.
			Violet de Hesse.	Vire au bleu violet par Na OH.
		Noir-bleu	Noir diamine.	
		Nuance primitive.		
	La substance ne teint pas le coton.	Jaune.	Jaune N	
		Rouge	Coccéine.. . . .	Teint le coton sur bain d'alun.
			Écarlate de Biebrich	Teint le coton sur bain d'alun.
		Noir-bleu	Noir naphtol. . .	Acide chlorhydrique : rien.
			Noir de naphtylamine.	La solution précipite par l'acide chlorhydrique.
		Brune.	Brun acide.	
Noir-verdâtre....	Bleu indigo poudre.			

§ 2).

Solution primitive.		
Jaune. . .	Phosphine.	Précipitent par la soude.
	Orangé d'acridine. .	Précipitent par la soude.
	Jaune de quinoléine.	Ne précipite pas par la soude.
Rouge . .	Safranines	La solution sulfurique verte passe au bleu, puis au rose par dilution.
Vert-bouteille.	Noir Vidal.	Teint directement le coton en noir.
	Cachou de Laval. .	— — en brun.

Remarque. — Le bleu d'alizarine combiné avec le bisulfite de sodium est soluble dans l'eau froide et précipité à l'ébullition sous forme de poudre métallique. Teint en bleu le coton mordancé au chrome.

(3) Électrochimie,

par M. Henri CHAUMAT,
Agrégé des Sciences physiques,
Chef des travaux à l'Ecole Supérieure d'Electricité.

Il n'entre pas dans la pensée de l'auteur de faire un exposé complet de cette science nouvelle, dont les applications industrielles, déjà si nombreuses, paraissent devoir prendre de plus en plus une importance capitale.

Le but, plus modeste, est de faire un choix parmi les lois et les faits de l'Electrochimie, de retenir les principaux, ceux surtout qui relient l'Electrochimie aux principes fondamentaux des sciences physiques ou qui peuvent apporter une confirmation nouvelle, un appoint, aux hypothèses modernes sur la constitution des dissolutions ou même sur l'origine de certains produits naturels.

Depuis Faraday, les idées ont singulièrement progressé : les habitudes et les notations de la théorie atomique ont remplacé partout la notion — purement expérimentale d'ailleurs et indestructible — de l'équivalent chimique; le système CGS prend de plus en plus la place d'honneur qui lui revient quand il s'agit de rendre le langage plus concret, de passer des idées à leur traduction quantitative. Nous traversons une période de transition; les faits restent, les expériences bien faites conservent leur haute valeur : c'est leur expression qu'il faut modifier. Il ne s'agit que de moderniser une langue un peu vieillie, et, à ce titre, cette Notice pourra ne pas paraître inutile. Trop heureux l'auteur, s'il a pu rendre service à quelques-uns en rassemblant en faisceau des chiffres et des idées un peu éparses dans les revues ou les ouvrages classiques.

PHÉNOMÈNES GÉNÉRAUX DE LÉLECTROLYSE.

Considérons un sel métallique fondu ou en dissolution aqueuse. Si nous établissons entre deux points, à l'aide de conducteurs métalliques (*électrodes*), une certaine différence de potentiels, en général un courant passe. Les sels métalliques fondus ou en dissolution aqueuse sont donc des corps conducteurs.

Mais ce phénomène de conduction est accompagné d'un phénomène particulier de décomposition, qu'on appelle *électrolyse*. Le sel fondu ou sa dissolution sont dits l'*électrolyte*. On donne souvent le nom de *voltamètre* à tout appareil disposé pour produire une électrolyse.

Les électrolytes sont donc des corps qui conduisent l'électricité

d'une façon toute spéciale, en se décomposant. C'est un phénomène d'un tout autre ordre que la conductibilité des métaux.

Les produits de la décomposition s'appellent les *ions*. Un fait remarquable, et qu'il importe de mettre immédiatement en relief, est celui-ci : les ions n'apparaissent qu'aux points d'entrée et de sortie du courant, sur toute la surface des électrodes en contact immédiat avec le liquide.

On a donné le nom d'*anode* à l'électrode positive, celui de *cathode* à l'électrode négative. L'ion qui se porte sur l'anode est dit l'ion électronégatif; celui qui se porte sur la cathode, l'ion électropositif.

Les corps solides ne sont pas des éléctrolytes. Cependant M. Warburg a montré que le verre, chauffé à 300°, conduit à la façon des électrolytes, en se décomposant. Il présente même des phénomènes de polarisation analogues à ceux que nous rencontrerons par la suite, phénomènes que l'on peut éviter par un choix d'électrodes convenables.

La première question qui se pose est la détermination de la *nature des ions*. Il faut s'adresser évidemment à l'électrolyse ignée seule, de façon à éliminer toute action chimique ultérieure de la part du dissolvant. Si l'électrolyte est un composé binaire, formé d'un métalloïde et d'un métal, ce dernier se porte sur la cathode et le métalloïde se dégage au pôle positif. Si l'on a affaire à un sel ternaire, le métal *seul* se porte sur la cathode et le reste, c'est-à-dire un anhydride acide et de l'oxygène, se rend au pôle positif.

En employant les dénominations précédemment indiquées, nous dirons que les métaux sont électropositifs et les métalloïdes électronégatifs.

C'est ainsi que le chlorure de plomb donnera à la cathode un dépôt de plomb métallique et à l'anode un dégagement de chlore. Le composé $PbCl^2$ s'est décomposé en ses deux ions : Pb et Cl^2.

Le nitrate d'argent AzO^3Ag se décomposerait de même en Ag, qui se rendrait sur la cathode. Quand au reste AzO^3, qui constitue l'ion électronégatif, c'est un groupement inconnu à l'état libre, qui se scinde ausitôt en anhydride azotique et en oxygène.

Les choses ne se passent pas toujours aussi simplement quand on soumet à l'électrolyse des dissolutions aqueuses.

Électrolysons une dissolution de sulfate de cuivre. Si nous admettons la généralité de la loi de partage, le corps SO^4Cu se partagera en ses deux ions :



$$SO^4 \mid Cu.$$

Le cuivre se déposera sur l'électrode négative, mais l'ion SO^4 donnera, en présence de l'eau, de l'acide sulfurique et de l'oxygène :



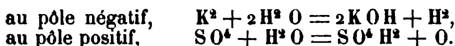
$$SO^4 + H^2O = SO^4H^2 + O.$$

C'est ce que l'expérience vérifie.

Quand on soumet à l'électrolyse une solution étendue d'acide sul-

furique, ce n'est pas l'eau qui est décomposée, comme on le dit souvent à tort, c'est l'électrolyte SO^4H^2 qui se détruit, à la façon des sels métalliques. L'ion H^2 se dégage au pôle négatif; au pôle positif l'ion SO^4 reforme de l'acide sulfurique et dégage de l'oxygène comme dans l'expérience précédente. L'acide sulfurique se reforme au fur et à mesure de sa destruction, sa quantité totale ne varie pas et tout se passe comme s'il était *transporté* vers l'électrode positive. On peut s'en rendre compte en séparant par une cloison poreuse le voltamètre en deux compartiments et en dosant l'acide sulfurique avant et après l'expérience dans le compartiment positif et dans le compartiment négatif. Cette expérience ne doit donc pas être considérée comme une analyse de l'eau par la pile; elle est néanmoins une confirmation de sa composition.

Des phénomènes plus complexes encore se produisent quand on soumet à l'électrolyse des sels alcalins. Considérons une dissolution de sulfate de potassium. D'après la loi, SO^4K^2 va se décomposer en ses deux ions, qui, en présence de l'eau, donneront :



au pôle négatif, $K^2 + 2H^2O = 2KOH + H^2$,
au pôle positif, $SO^4 + H^2O = SO^4H^2 + O$.

Tout se passe comme si l'action était double et les anciens partisans de la constitution dualistique des sels pouvaient voir là un retour, par hydratation, aux constituants, acide et base. Mais l'expérience précédente nous montre ce qu'il faut penser de la décomposition de l'eau. D'ailleurs l'électrolyse ignée montre la vraie nature des ions, et même en solution aqueuse, en employant comme cathode du mercure, on peut recueillir un amalgame qu'il suffit de distiller pour en séparer le potassium.

Tous ces phénomènes montrent la complexité des *actions secondaires* qui sont postérieures à l'électrolyse proprement dite. Ce sont des actions d'ordre purement chimique, que l'on peut distinguer en actions des ions sur les électrodes, actions des ions sur l'électrolyte, actions des deux ions l'un sur l'autre. On peut donner des exemples de ces divers phénomènes.

A la *cathode*, s'il se dégage de l'hydrogène, ce gaz peut être plus ou moins condensé, suivant la nature de l'électrode. Si la cathode est une lame de palladium, elle peut absorber jusqu'à 600 fois son volume d'hydrogène. MM. Troost et Hautefeuille ont montré qu'il se forme un composé défini Pd^2H, correspondant à une absorption d'à peu près 500 volumes. Ce composé présente une véritable tension de dissociation, fonction de la température seule, et peut encore absorber 100 volumes d'hydrogène qui y est occlus comme dans un dissolvant. M. Raoult a montré que, dans les mêmes conditions, une cathode de nickel peut absorber plus de 200 fois son volume d'hydrogène. Le platine présente ce même phénomène, mais à un bien moindre degré.

Si l'*anode* est constituée par un métal facilement attaquable, elle pourra être dissoute par l'ion électronégatif. C'est ainsi que, si l'on

décompose une solution de sulfate de cuivre entre des électrodes de cuivre, quand une molécule du sel est décomposée, un atome de cuivre se dépose sur la cathode, mais l'ion SO^4, agissant sur l'anode, reforme une molécule de sulfate de cuivre. Nous avons ce que l'on appelle une *anode soluble* et toute l'électrolyse se borne en somme à un transport de cuivre, de l'anode à la cathode, dans le sens du courant. On connaît les applications de ce fait à la galvanoplastie et à l'industrie du raffinage électrolytique du cuivre. Parfois tout se borne à des phénomènes d'oxydation : dans un accumulateur au plomb, en charge, la plaque positive, qui constitue l'anode de ce voltamètre particulier, se transforme, plus ou moins profondément, en bioxyde de plomb.

Parmi les actions des ions sur l'électrolyte, on peut signaler ce qui se passe quand on soumet à l'électrolyse des dissolutions assez concentrées d'acide sulfurique, répondant à peu près à la composition



$$SO^4H^2 + 6H^2O.$$

M. Berthelot a montré que, dans ces conditions, la liqueur acquiert un pouvoir oxydant considérable et qu'il s'est formé de l'acide persulfurique; il se produit ensuite, spontanément, une petite quantité d'eau oxygénée. Quand on soumet à l'électrolyse une solution d'acétate de plomb en prenant comme anode un métal poli, l'oxygène naissant qui se dégage sur l'anode provoque la formation de bioxyde de plomb. Ce dépôt donne lieu à de brillants phénomènes de coloration qui ont été observés par Nobili, Becquerel et dont M. Guebhard a fait une analyse très curieuse.

En général, autour de la cathode se produisent des phénomènes de réduction; ce sont au contraire des phénomènes d'oxydation, variés à l'infini, qu'on peut observer autour de l'anode.

Un exemple de l'action des ions les uns sur les autres nous est fourni par l'électrolyse des chlorures alcalins. Prenons une solution aqueuse de chlorure de potassium et employons des électrodes inattaquables. A l'anode se dégagera du chlore; à la cathode, par une action déjà signalée, l'ion potassium donnera une dissolution de potasse. Si, par un dispositif mécanique convenable, on favorise le mélange et la circulation des liquides, le Cl se dégagera au sein d'une dissolution de potasse et donnera soit un chlorure décolorant, soit du chlorate de potasse, suivant la concentration et la température. C'est là le principe des industries électrolytiques des chlorates et du blanchiment.

Mais un autre facteur, la *densité du courant*, intervient dans la nature de ces actions secondaires, facteur dont il faut tenir le plus grand compte, soit dans les applications du phénomène de l'électrolyse à la mesure des courants, soit dans les applications industrielles. Un exemple en fera saisir toute l'importance. Reprenons le voltamètre à sulfate de cuivre et à électrodes de cuivre dont nous avons déjà parlé. Théoriquement, pour un atome de cuivre déposé à la cathode, un atome de cuivre de l'anode entre en dissolution; la composition du liquide ne change pas. La diminution de poids de l'anode doit donc

être égale à l'augmentation de poids de la cathode. En toute rigueur il n'en est jamais ainsi et les écarts, dans certains cas, peuvent atteindre 50 pour 100. Si l'on emploie comme anode un simple fil et une large plaque comme cathode, la densité du courant sera très grande à l'anode ; en raison de la petitesse de la surface de contact, le cuivre échappera en grande partie à l'action de l'ion SO^4 : la liqueur devient acide et il se dégage de l'hydrogène. Cet acide peut se diffuser dans le bain jusqu'à la cathode et dissoudre aussi une petite quantité du cuivre qui s'y dépose. Avec de faibles densités de courant, au contraire, les actions chimiques secondaires subséquentes à l'électrolyse ont tout le temps de se produire, la liqueur reste neutre et les choses se passent presque rigoureusement comme l'indique la théorie. Avec les sels de zinc, ces actions sont plus marquées encore, et, bien que l'on emploie des densités faibles, les dissolutions deviennent toujours rapidement acides.

Lois quantitatives de l'électrolyse. — Quand on soumet un électrolyte à l'action d'un courant électrique, on peut porter son attention tant sur les poids des ions qui apparaissent sur les électrodes que sur le poids de l'électrolyte décomposé.

Faraday, à qui l'on doit les premières mesures, montra que *l'action chimique était proportionnelle à la quantité d'électricité transportée par le courant*. Les travaux de Faraday ont été repris et étendus par de nombreux expérimentateurs et cette loi est une des mieux établies qui soient.

Les recherches de Faraday ont porté sur les composés hydrogénés de la famille du chlore en solutions concentrées et sur divers composés binaires métalliques amenés à l'état de fusion. En disposant en série plusieurs voltamètres contenant des électrolytes différents, évidemment traversés par le même courant, Faraday put encore établir une autre loi, que l'on peut formuler ainsi : *Pour libérer sur une cathode un équivalent d'un métal quelconque, il faut la même quantité d'électricité*. Il en résulte évidemment qu'il faudra la même quantité d'électricité pour décomposer un équivalent d'un électrolyte quelconque.

On ne tarda pas à signaler des exceptions. Matteucci remarqua que le chlorure cuivreux donnait à la cathode deux fois plus de cuivre que le chlorure cuivrique, pour la même quantité d'électricité. Becquerel, en étudiant un très grand nombre de composés, crut pouvoir dire que c'était toujours l'*ion électronégatif* (métalloïde ou anhydride acide suroxygéné) *qui suivait la loi de Faraday*; mais les recherches de Wiedemann sur les acétates de cuivre et les phosphates alcalins montrèrent le défaut de généralité de la remarque de Becquerel.

Les choses en étaient là quand Salet, dans une lumineuse étude[1], put établir que la loi de Faraday était absolument générale, en s'efforçant surtout de préciser la notion de l'*équivalent chimique*, notion

1. Voir l'article AFFINITÉ du Dictionnaire de Wurtz.

souvent obscure autrefois, mais très simple et très nette depuis l'introduction en chimie de la théorie de la valence. On peut dire que le cuivre des sels cuivreux n'est pas le même métal que le cuivre des sels cuivriques. Dans les premiers, deux atomes de cuivre se soudent pour former un groupement bivalent qui *équivaut* à un atome de cuivre des sels cuivriques; le cuivre a deux manières d'être, deux modalités, deux formes toutes deux bivalentes, Cu^2 et Cu; il a aussi deux équivalents chimiques : l'anomalie présentée par le chlorure cuivreux disparaît.

Cette tentative de Salet pour rendre rationnelle la notion de l'équivalent chimique peut s'étendre aux corps composés. Si l'on divise le poids moléculaire M d'un électrolyte par le nombre des valences n échangées entre ses ions, le quotient $\frac{M}{n}$ paraît être ce qui répond le mieux à l'ancienne idée de l'équivalent.

En prenant ce quotient $\frac{M}{n}$ comme définition de l'équivalent chimique d'un corps composé, la loi de Faraday est absolument générale et peut s'énoncer ainsi :

Pour décomposer un équivalent chimique d'un électrolyte quelconque, il faut la même quantité d'électricité [1].

Il en résulte immédiatement que le poids d'un électrolyte décomposé par l'unité de quantité d'électricité (coulomb) est proportionnel à son équivalent chimique. Si l'on veut exprimer ce poids en milligrammes par coulomb, le coefficient de proportionnalité est

$$0,01036.$$

La loi de Faraday peut donc se traduire algébriquement comme ci-dessous :

$$p = 0,01036 \frac{M}{n},$$

p étant le poids en milligrammes, décomposé par un coulomb, de l'électrolyte considéré.

Si nous appliquons cette loi à l'électrolyse de l'eau acidulée par l'acide sulfurique, nous déterminerons facilement le poids d'H libéré par un coulomb. Quand une molécule de SO^4H^2 de poids moléculaire M se décompose, il se dégage 2 d'hydrogène, c'est-à-dire la fraction $\frac{2}{M}$ de p, soit

$$0,01036 \frac{M}{n} \times \frac{2}{M};$$

1. Dans les phosphates acides de sodium on ne doit considérer comme ion électropositif que le métal, et non l'hydrogène basique.

n étant égal à 2 dans ce cas, il reste

0,01036 milligrammes.

Le coefficient de proportionnalité de l'égalité précédente est donc le poids d'H libéré par un coulomb, poids exprimé en milligrammes.

En faisant le même calcul pour l'électrolyse du nitrate d'argent, on trouverait que le poids d'argent libéré par un coulomb est de

1,118 milligrammes[1].

Ce chiffre est sans doute connu au millième. Et c'est à l'aide de ce chiffre, donné par l'expérience directe, que le coefficient de proportionnalité de la loi de Faraday a été déterminé.

Les notions précédentes s'appliquent immédiatement à la *mesure de l'intensité des courants*. Un courant de 1 *ampère* (transportant un coulomb par seconde) déposera en *une seconde* 1mg,118 d'argent sur la cathode d'un voltamètre à nitrate d'argent. Si P est en milligrammes l'augmentation du poids de la cathode, θ la durée en secondes de l'électrolyse, l'intensité moyenne du courant est immédiatement donnée par la formule

$$I = \frac{P}{1,118\,\theta}.$$

On peut se rappeler aussi, pour simplifier les calculs si l'électrolyse marche pendant une fraction d'heure simple, que 1 ampère-heure (3600 coulombs) dépose 4,025 grammes d'argent (exactement 4,0248).

Il convient de ne mesurer que des courants assez faibles, de l'ordre de l'ampère, et d'employer une solution de nitrate d'argent concentrée (15 parties de nitrate, 85 parties d'eau) pour avoir un bon dépôt[1].

Dans la pratique, on peut substituer au voltamètre à argent un voltamètre à sulfate de cuivre; mais, plus encore que dans le cas précédent, il convient de bien définir les conditions d'expérimentation. Une étude très soignée a été faite par M. Thomas Gray. La densité de la solution de sulfate de cuivre doit être 1,18 à 15°; elle doit contenir 1 pour 100 d'acide sulfurique libre.

M. Thomas Gray a remarqué que, pour une même densité de courant, le poids du cuivre déposé décroît quand la température s'élève et que, pour une même température, le poids de Cu déposé croît avec la densité du courant. On opérera à 20° et avec une densité de courant aussi voisine que possible de $\frac{1}{50}$ d'ampère par centimètre carré de cathode. Un coulomb dépose, dans ces conditions, 0mg,3288 de

1. On a pris comme poids atomique de l'argent le nombre 107,938.
2. Voir, dans le *Journal officiel* du 2 mai 1896, les annexes au rapport de M. Violle à la Commission des Unités.

cuivre et un ampère-heure $1^{gr},184$. L'électrolyse du sulfate de cuivre présente sur l'électrolyse du nitrate d'argent cet avantage qu'il est plus facile d'avoir un bon dépôt, très adhérent et facile à laver sans pertes.

Enfin on peut s'adresser à l'électrolyse gazeuse en prenant comme électrolyte de l'eau acidulée au $\frac{1}{10}$ par de l'acide sulfurique. Un ampère-heure dégage $0^{gr},03729$ d'hydrogène. Cette quantité, mesurée à 15^{0} sous la pression normale, occupe un volume de $437^{cc},9$. Il y aura lieu de faire les corrections ordinaires de température et de pression et de saturer la cathode et l'électrolyte d'hydrogène en faisant marcher l'électrolyse quelques instants avant de recueillir l'hydrogène.

POLARISATION

La loi d'Ohm s'applique en toute rigueur aux électrolytes. Si on appelle E la différence de potentiels entre deux tranches d'un électrolyte parcouru par un courant d'intensité I, l'expérience montre que cette différence de potentiels est proportionnelle à l'intensité du courant :

$$E = RI.$$

Ce coefficient de proportionnalité R joue le même rôle que la *résistance* des métaux et, dans le cas des électrolytes comme dans le cas des métaux, ce coefficient peut être mis sous la forme

$$R = a\frac{l}{s}.$$

Il est proportionnel à la longueur comptée dans le sens de la propagation du courant, inversement proportionnel à la section, et sa valeur dépend d'une constante particulière a, caractéristique d'un électrolyte déterminé et qu'on appelle sa *résistivité* (résistance rapportée à une longueur de 1 centimètre et à une section de 1 centimètre carré). Mais la vérification de ces lois, comme les mesures des résistances électrolytiques, ne sont pas sans nécessiter des précautions toutes particulières. Les méthodes ordinaires ne s'appliquent pas; elles sont rendues impossibles par un phénomène particulier, dit *polarisation*. L'application à l'électrolyse du principe de la conservation de l'énergie va nous permettre de l'analyser.

Considérons un voltamètre parcouru par un courant; soit e la différence de potentiels mesurée entre les électrodes, soit I l'intensité du courant : l'énergie disponible pendant le temps t a pour expression

$$eIt.$$

Cette énergie se dépense de deux façons : sous forme de chaleur de Joule (RI^2t) et sous forme de travail chimique. Cette dernière énergie

dépendra évidemment de la nature des actions chimiques qui s'accomplissent dans le voltamètre, mais elle est proportionnelle, d'après la loi de Faraday, à la quantité d'électricité mise en œuvre, et nous pouvons la mettre sous la forme EIt, le facteur E n'étant pour l'instant qu'un simple coefficient de proportionnalité. Le principe de la conservation de l'énergie pourra donc se traduire par l'égalité suivante :

$$eIt = RI^2t + EIt;$$

d'où l'on tire

$$e = RI + E$$

ou

$$I = \frac{e - E}{R}.$$

Ainsi la loi d'Ohm ne s'applique pas aux voltamètres, bien qu'elle s'applique en toute rigueur, comme nous l'avons dit, aux électrolytes. La contradiction n'est qu'apparente : il n'y a pas, en effet, de travail chimique dans la masse même de l'électrolyte, mais seulement à la surface des électrodes.

Ainsi la différence de potentiels aux bornes d'un voltamètre n'est pas seulement égale à la chute ohmique RI comme dans le cas des résistances métalliques, mais elle dépasse ce produit de la valeur E.

D'après ce qui précède, et si l'on exprime tout en unités pratiques, on voit que le coefficient E est une énergie (en joules) rapportée à l'unité de quantité d'électricité (coulomb). Ce coefficient est donc de même nature qu'une force électromotrice ou une différence de potentiels et s'exprimera en volts ; on l'appelle *force contre-électromotrice* ou force *électromotrice inverse*. Sa valeur ne dépend que de l'électrolyte et des électrodes (car il peut y avoir des actions chimiques où la nature des électrodes intervient) et mesure l'énergie chimique produite dans le voltamètre par le passage de 1 coulomb ; on voit aussi que cette valeur est tout à fait indépendante du courant.

Si dans un voltamètre le travail chimique est identiquement nul, comme dans le cas de l'électrolyse du sulfate de cuivre avec des électrodes de cuivre, toute l'énergie disponible apparaît sous forme de chaleur et il n'y a pas dans ce cas de force électromotrice inverse. On a ce qu'on appelle un *voltamètre non polarisable* [1].

1. Si l'on considère un voltamètre à sulfate de cuivre et électrodes de cuivre placé verticalement, la cathode en haut, il n'y a pas d'énergie chimique mise en jeu : tout se réduit à un transport de cuivre dans le sens du courant, c'est-à-dire de bas en haut. Le transport nécessite une dépense d'énergie proportionnelle au poids de cuivre transporté, c'est-à-dire à la quantité d'électricité qui a passé dans le voltamètre. L'équation précédente peut donc s'écrire et montre qu'il y a dans ce cas force électromotrice inverse. Cette force électromotrice est d'ailleurs pratiquement négligeable : le calcul montre qu'elle est de l'ordre de $\frac{1}{300\,000}$ de volt pour une distance verticale de 1 mètre entre les électrodes.

Une généralisation s'impose. L'égalité qui résulte de l'application du principe de la conservation de l'énergie pourra toujours s'écrire si le circuit est le siège d'une dépense d'énergie autre que la chaleur de Joule et simplement proportionnelle à l'intensité du courant et au temps. Il y aura donc toujours force contre-électromotrice si cette condition est remplie. C'est le cas d'un électromoteur accomplissant un travail mécanique. Et l'on peut assimiler complètement un *voltamètre polarisable* à l'induit d'un pareil électromoteur. Si l'on cale l'induit de façon à l'empêcher de produire un travail mécanique, la seule dépense d'énergie se retrouve dans l'échauffement de l'induit et la loi d'Ohm s'applique en toute rigueur : ce sera l'image d'un voltamètre non polarisable[1].

Considérons maintenant un voltamètre polarisable caractérisé par une certaine valeur E de sa force contre-électromotrice. Ce sera, par exemple, un voltamètre à eau acidulée par l'acide sulfurique et à électrodes de platine. Il n'existe évidemment, au début, aucune différence de potentiels entre les deux électrodes. Établissons aux bornes une certaine différence de potentiels *e* plus petite que E, différence de potentiels que nous maintiendrons constante par un moyen quelconque. Que va-t-il se passer? Si le courant passe, il ne produira pas d'électrolyse, car le principe de la conservation de l'énergie serait en défaut, ou, s'il se produit une électrolyse, c'est la loi de Faraday qui sera controuvée. L'expérience ayant montré l'absolue généralité de la loi de Faraday, le courant ne peut s'établir; il faut donc qu'il se soit développé, entre les électrodes du voltamètre, une différence de potentiels juste égale et directement opposée à *e*. On l'appelle *force électromotrice de polarisation*.

Si l'on fait croître peu à peu *e*, la force électromotrice de polarisation croît aussi en se maintenant constamment égale à la différence de potentiels directement appliquée; les mesures directes le vérifient. Il arrivera un moment où *e* deviendra égale à E; à partir de cet instant, un courant d'abord très faible s'établit, l'électrolyse commence, mais la force électromotrice de polarisation cesse de croître et garde la valeur E quelles que soient la durée de l'électrolyse et l'intensité du courant. Ainsi la force électromotrice de polarisation dépend de la différence de potentiels que l'on établit aux bornes du voltamètre, mais seulement pour de faibles valeurs de celle-ci : elle croît avec elle, mais tend vers une limite, seulement fonction de l'électrolyte et des électrodes, qui est la force contre-électromotrice du voltamètre employé. La force contre-électromotrice nous apparaît donc comme la force électromotrice minima nécessaire pour décomposer, dans un voltamètre, un certain électrolyte, entre des électrodes déterminées. Quand les électrodes ne sont pas attaquées par les ions, cette force contre-électromotrice dépend uniquement de la chaleur de formation du sel considéré. Nous reviendrons ultérieurement sur sa valeur.

1. Voir P. Janet, *Premiers principes d'électricité industrielle*, p. 60; Gauthier-Villars.

Une analogie frappante se présente à l'esprit entre un voltamètre polarisable et un condensateur. Quand on soumet un condensateur à une certaine différence de potentiels, il s'établit entre les armatures du condensateur une différence de potentiels égale et directement opposée à la première. Comme dans le cas du voltamètre polarisable, cette différence de potentiels croît avec celle de la source; la seule différence est qu'il n'y a pas de limite autre que la rupture du diélectrique du condensateur par une décharge, si la différence de potentiels est trop élevée.

La comparaison peut être poussée très loin. Pour établir entre les armatures du condensateur une certaine différence de potentiels, une quantité d'électricité déterminée est nécessaire, qui dépend de la capacité du condensateur. De même, pour établir entre les électrodes d'un voltamètre polarisable une certaine différence de potentiels, pour le charger en un mot, il faut une certaine quantité d'électricité, qu'on peut mesurer au galvanomètre balistique, et qui pourra définir une capacité spéciale, dite *capacité de polarisation* du voltamètre. M. Blondlot, à qui l'on doit cette notion, a montré qu'un voltamètre polarisable se comporte comme un ensemble de deux condensateurs en série. Pour un voltamètre à eau acidulée par l'acide sulfurique, comprenant deux électrodes de platine de chacune 10 centimètres carrés, la capacité, assez variable suivant les conditions, est de l'ordre de 100 microfarads. C'est là une valeur énorme, de nature à faire espérer des applications importantes. On a en effet utilisé les capacités électrolytiques dans la pratique industrielle, pour le démarrage de certains moteurs à courants alternatifs. Malheureusement, de tels condensateurs ne peuvent pas, comme cela résulte de ce qui précède, supporter des forces électromotrices élevées et ils perdent beaucoup trop rapidement leur charge; ils se déchargent peu à peu, ils se dépolarisent spontanément comme des condensateurs à diélectrique imparfait.

Sans pousser plus loin cette assimilation, examinons maintenant d'un peu plus près un voltamètre *polarisé*. Entre les électrodes d'un tel appareil existe une différence de potentiels. Le potentiel étant constant dans toute l'étendue d'un conducteur homogène, le siège de cette différence ne peut être qu'à la surface de séparation entre les électrodes et l'électrolyte.

Deux cas peuvent se présenter : l'électrolyse s'est antérieurement produite et les ions se sont accumulés sur les électrodes en les modifiant ou non. Le voltamètre polarisable s'est transformé en une véritable pile, l'énergie électrique s'est *accumulée* sous forme chimique et pourra être récupérée sous une forme quelconque quand le voltamètre employé comme générateur sera le siège d'actions chimiques inverses qui le feront revenir à son état initial. Prenons, par exemple, un voltamètre à sulfate de zinc dont l'anode sera une lame de cuivre et la cathode une lame de zinc. Supposons que le vase soit divisé en deux compartiments par une cloison poreuse. Au bout d'un temps d'électrolyse suffisant, le compartiment positif ne contiendra plus que

du sulfate de cuivre formé aux dépens du sulfate de zinc et du cuivre de l'anode, le compartiment négatif contiendra le reste du sulfate de zinc; la cathode n'a pas changé de nature, mais a augmenté de poids. Nous aurons alors la succession suivante :



$$Cu \mid SO^4Cu \mid SO^4Zn \mid Zn,$$

c'est-à-dire un élément de pile genre Daniell. Un tel voltamètre est une *pile réversible.*

Mais on peut polariser un voltamètre sans produire d'électrolyse. Il n'y a pas eu d'action chimique proprement dite et il faut bien admettre que la surface de contact s'est *modifiée* d'une certaine façon, sous l'action de la charge. Cette modification est due au passage d'une certaine quantité d'électricité; il est naturel d'admettre que la modification sera d'autant plus faible, et par conséquent aussi la polarisation, que la surface de contact sera plus considérable pour une même charge. On a donc là un moyen d'annuler pratiquement la polarisation de l'une des électrodes par rapport à l'autre, en lui donnant une très grande surface. On sait le parti que M. Lippmann a tiré de cette remarque dans la création de son électromètre capillaire.

Valeur numérique de la force électromotrice de polarisation. — Comme nous l'avons dit, la force électromotrice de polarisation (ou mieux sa valeur maxima pour un électrolyte déterminé) est l'énergie dépensée sous forme chimique quand un coulomb a traversé le voltamètre; elle s'exprimera en *joules par coulomb,* c'est-à-dire en *volts,* dans le système pratique.

D'après la loi de Faraday, un coulomb décompose $0{,}01036 \frac{M}{n}$ milligrammes de l'électrolyte. Si q est la chaleur de formation de 1 milligramme de l'électrolyte (en petites calories), cette chaleur de formation correspond à

$$4{,}19\ q \text{ joules}^{1}$$

et nous aurons pour la valeur en volts de la force électromotrice de polarisation :

$$E = 0{,}01036 \times 4{,}19 \times \frac{M}{n} q = 4{,}34 \times 10^{-2} \times \frac{M}{n} q.$$

$\frac{M}{n} q$ est la chaleur de formation en petites calories de 1 *équivalent chimique* de l'électrolyte, cet équivalent étant exprimé en milligrammes.

Les tables donnent généralement les chaleurs de formation, en

1. D'après les déterminations les plus récentes de l'équivalent mécanique de la calorie.

calories CGS, de 1 équivalent en grammes, soit Q, c'est-à-dire une quantité 1000 fois plus grande. On aura donc finalement

$$E = 4{,}34 \times 10^{-5} Q.$$

Si les tables donnent les chaleurs de formation rapportées à la molécule en grammes, soit Q′, la formule est

$$E = 4{,}34 \times 10^{-5} \frac{Q'}{n}.$$

C'est la *loi de Thomsen*.

Cette formule nous donnera également la valeur de la force électromotrice minima de décomposition.

Appliquons cette loi à l'électrolyse de l'eau acidulée par l'acide sulfurique, au cas de l'eau, comme on dit improprement. L'électrolyte se reforme au fur et à mesure de sa décomposition et tout le travail chimique se borne à la décomposition de l'eau. En prenant 69000 pour la chaleur de formation de 1 molécule d'eau, on trouve

$$E = 4{,}34 \times 10^{-5} \times \frac{69000}{2} = 1{,}49 \text{ volt},$$

ce que vérifie sensiblement l'expérience directe.

Dans le voltamètre que nous avons déjà considéré, présentant la constitution suivante,



le travail chimique consiste dans la destruction d'une molécule de sulfate de Zn et la formation d'une molécule de sulfate de Cu.

Si Q_1 est la chaleur de formation de 1 équivalent de sulfate de Zn dissous,

Q_2 la chaleur de formation de 1 équivalent de sulfate de Cu dissous, la formule devient

$$E = 4{,}34 \times 10^{-5} (Q_1 - Q_2).$$

Les tables donnent :

$$Q_1 = 114400 \text{ (à partir des éléments)},$$
$$Q_2 = 90200 \text{ (idem)},$$

d'où

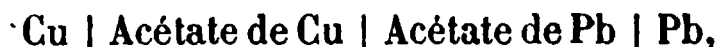
$$E = 4{,}34 \times 10^{-5} \times 24200 = 1{,}05 \text{ volt}.$$

C'est aussi, d'après une remarque précédente, la valeur de la force électromotrice d'un élément Daniell. L'expérience directe donne 1,07 volt. L'écart s'explique par ce fait que les chaleurs de formation devraient être prises pour des dilutions déterminées.

La pile comme machine thermique. — Si l'application que nous avons faite à l'électrolyse du principe de la conservation de l'énergie était rigoureuse, la loi de Thomsen devrait s'appliquer aux piles, qui ne sont que des voltamètres polarisés. Or on constate des écarts souvent énormes, qui peuvent atteindre et dépasser 40 pour 100. Quand nous avons écrit le principe de la conservation de l'énergie, nous avons admis que toute la chaleur dégagée dans le voltamètre était la chaleur de Joule. Or ceci est faux en général. D'anciennes expériences de M. Raoult (1864) l'ont montré de la façon la plus nette. Il est des voltamètres (ou des piles) dans lesquels se dégage, pendant le travail, une certaine quantité de chaleur, positive ou négative, désignée sous le nom de *chaleur secondaire* et dont nous n'avons pas tenu compte en écrivant notre égalité fondamentale. Ce dégagement de chaleur tient à des phénomènes de l'ordre de l'*effet Peltier* à la surface de séparation des électrodes et de l'électrolyte.

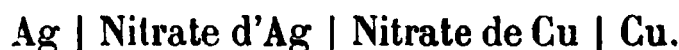
Si une pile suit la loi de Thomsen, c'est-à-dire si toute l'énergie disponible provient des actions chimiques, on conçoit qu'en diminuant la résistance intérieure de la pile il soit possible d'utiliser dans le circuit extérieur presque toute l'énergie rendue libre. Aucune machine thermique autre que la pile ne permet une utilisation aussi complète[1].

Si la pile s'échauffe moins que ne l'indique la loi de Joule, si elle peut se refroidir en travaillant (la résistance intérieure très faible permettant de réduire au minimum la chaleur de Joule), elle recevra de l'énergie calorifique du milieu extérieur, sa force électromotrice sera plus élevée que ne l'indique la loi de Thomsen et l'on pourra utiliser dans le circuit extérieur une énergie supérieure à celle que représentent les actions chimiques mises en jeu. C'est le cas de la pile


Cu | Acétate de Cu | Acétate de Pb | Pb,

à laquelle la loi de Thomsen donnerait une force électromotrice trop faible de 25 pour 100.

En général, pendant son travail, la pile s'échauffe plus que ne l'indique la loi de Joule. Dans ce cas, elle rayonnera vers le milieu une énergie inutilisée dans le circuit ; l'énergie utilisable ne sera qu'une fraction de l'énergie chimique et la force électromotrice plus faible que ne l'indique la loi de Thomsen. L'écart est de 42 pour 100 pour l'élément


Ag | Nitrate d'Ag | Nitrate de Cu | Cu.

Dans la pile de Daniell, les phénomènes de Peltier à la surface de séparation


$Zn \mid SO^4Zn$ et $Cu \mid SO^4Cu$

sont à très peu près du même ordre de grandeur et il y a une com-

1. Ceci explique le rendement élevé des accumulateurs industriels.

pensation provenant de ce que les surfaces sont traversées en sens contraire par le courant. La pile Daniell suit très sensiblement la loi de Thomsen.

Ce fait que, dans le cas général, on ne peut utiliser qu'une *partie* de l'énergie chimique disponible, une fraction étant dissipée nécessairement dans le milieu, rend la pile tout à fait comparable à une machine thermique fonctionnant suivant le cycle de Carnot. De là l'idée féconde, due à Braun, d'appliquer aux piles les deux principes de la thermodynamique. Il suffit que les éléments soient réversibles et constitués par deux sels de *même acide*, avec comme électrodes les métaux de ces sels (c'est le cas des trois types que nous venons de signaler). L'idée a été reprise par Helmholtz, qui a donné une formule classique plus exacte que celle de Thomsen. Le regretté Robin a ajouté à la formule d'Helmholtz un terme correctif; la loi plus compliquée qu'il a donnée a trouvé une vérification aussi heureuse que possible dans les très remarquables mesures antérieures du Dr Jahn[1].

TRANSPORT DES IONS.

La particularité la plus remarquable de l'électrolyse est certainement l'apparition des ions seulement à la surface de séparation des électrodes et de l'électrolyte, la masse même de l'électrolyte ne paraissant être le siège d'aucun phénomène d'ordre chimique. Quelles que soient les hypothèses que l'on peut émettre sur le mécanisme de ce phénomène ou sur la constitution des dissolutions aqueuses des sels, il faut bien admettre une sorte de cheminement des ions dans l'intérieur du liquide. Le phénomène du transport des ions corrobore tout à fait cette manière de voir.

Electrolysons du sulfate de cuivre en dissolution dans un voltamètre à deux compartiments. Mesurons :

1° Le poids de cuivre déposé sur la cathode, soit p;

2° La perte en cuivre de la dissolution qui occupe le compartiment négatif, soit p'.

En général p est plus grand que p'. Le cuivre déposé sur la cathode ne provient pas seulement de la dissolution qui l'entoure, et il en résulte qu'un certain poids de cuivre, $p - p'$, a été amené vers la cathode, *transporté* dans le sens du courant.

Le rapport $\frac{p-p'}{p}$ du cuivre transporté au cuivre déposé est dit le *nombre de transport* relatif au cuivre (Hittorf).

L'ion électronégatif du sulfate de cuivre aura lui aussi son nombre de transport. Mais il est inutile de chercher à le mesurer directement. On peut montrer en effet très facilement que *la somme des nombres de transport relatifs aux deux ions d'un électrolyte est égale à l'unité.*

1. Jahn, *Wied. Ann.*, 1886; *Journal de Physique*, 2e série, t. 6.

La perte totale en cuivre est égale à p; la perte en cuivre dans le compartiment positif est donc égale à $p - p'$, et si l'on appelle m la quantité de l'ion SO^4 qui est unie à l'unité de poids de Cu dans SO^4Cu, la perte en SO^4 dans le compartiment positif sera donc

$$m(p - p').$$

Or, quand il se dépose p de cuivre à la cathode, il se dépose mp de SO^4 sur l'anode.

Le poids de l'ion SO^4 transporté est donc

$$mp - m(p - p') = mp'.$$

Le nombre de transport relatif à l'ion SO^4 est donc

$$\frac{mp'}{mp} = \frac{p'}{p}.$$

On vérifie de suite que

$$\frac{p - p'}{p} + \frac{p'}{p} = 1.$$

Il suffira donc de mesurer le nombre de transport relatif à l'un des ions pour en déduire l'autre immédiatement.

Les nombres de transport ne sont que rarement égaux à 0,5 : les sels pour lesquels les nombres de transport sont ainsi égaux entre eux sont dits *sels normaux* et l'électrolyse est dite *électrolyse normale*. Cela revient à dire que les liquides de chacun des compartiments s'appauvrissent également en l'un ou en l'autre des deux ions et qu'ils contribuent pour une part égale au poids de chacun des ions déposé sur l'électrode correspondante.

Hittorf (et avec lui les physiciens allemands) admet que les ions se déplacent dans l'électrolyte, l'un dans le sens du courant, l'autre en sens contraire, avec des *vitesses* différentes. Les nombres de transport mesureraient ces vitesses et les deux vitesses seraient égales dans le cas de l'électrolyse normale. Ajoutons que l'*électrolyse anormale* est le cas général.

D'ailleurs, si les nombres de transport sont indépendants de l'intensité du courant et de la température, ils varient avec la concentration des dissolutions et ne sauraient caractériser un sel, mais bien une *dissolution déterminée*.

Si l'on admet comme vrai le phénomène du transport des ions, on peut se faire une idée de la façon dont les électrolytes conduisent l'électricité. Il y a lieu de remarquer en effet que toutes les dissolutions qui conduisent l'électricité sont décomposées par le courant, et si l'on rapproche de cette loi générale ce fait que pendant l'électrolyse les ions sont transportés vers les électrodes, on peut dire que le phénomène de la conductibilité électrolytique est un *phénomène de convection* que ce sont les ions eux-mêmes qui transportent l'électricité.

Dans cette manière de voir, l'eau pure n'est pas un électrolyte et par conséquent ne doit pas conduire l'électricité. La vérification est délicate, car les moindres traces de matières salines fausseraient toutes les mesures. En prenant des précautions minutieuses, et en distillant plusieurs fois de l'eau dans des appareils de platine, M. Foussereau a obtenu un liquide dont la résistivité variait de

$$1,3 \times 10^5 \text{ à } 7,1 \times 10^5 \text{ ohms.}$$

Kohlrausch a été plus loin dans cette voie et a obtenu de l'eau distillée dont la résistivité est de

$$3,1 \times 10^6 \text{ ohms,}$$

c'est-à-dire environ 2×10^{12} fois celle du cuivre. C'est la résistivité d'un assez bon isolant. Il suffirait de *un cinquante-millionième* d'acide chlorhydrique pour expliquer le nombre trouvé par Kohlrausch. Quel est le chimiste qui pourrait répondre de la pureté d'un produit avec cette approximation ? On est donc en droit de dire en résumant ce qui précède : *L'eau chimiquement pure n'est pas un électrolyte et ne conduit pas l'électricité ; elle devient conductrice, si elle contient en dissolution même une trace d'un sel métallique et le passage du courant est connexe de la décomposition du sel en ses ions.*

CONDUCTIBILITÉ DES ÉLECTROLYTES.

Le phénomène de la polarisation est de nature à introduire une cause d'erreur dans la mesure des résistances des électrolytes. On a dû instituer des méthodes spéciales.

La méthode de Kohlrausch utilise la disposition classique dite Pont de Wheatstone, mais la pile est remplacée par une source à courants alternatifs et le galvanomètre ou l'appareil indicateur de zéro qui se trouve sur l'autre diagonale du pont est remplacé par un téléphone. Dans ces conditions, la quantité totale d'électricité qui passe dans n'importe quelle branche du pont, par exemple dans l'électrolyte, est nulle et il ne saurait y avoir de polarisation. Mais la capacité des différentes branches occasionne une perturbation considérable et la méthode ne peut se prêter à des mesures de haute précision[1].

La méthode électrométrique au contraire convient très bien pour des mesures rigoureuses. Elle consiste à opposer, dans un circuit comprenant un électromètre, une différence de potentiels prise entre deux points d'un électrolyte parcouru par un courant, à une autre différence de potentiels prise comme terme de comparaison. La nature de l'ap-

1. Elle convient très bien dans certains cas pratiques où l'on se contente d'une approximation grossière, par exemple pour la mesure des *terres* des paratonnerres.

pareil indicateur de l'équilibre (électromètre) rend le choix des électrodes peu important, à cause des faibles charges mises en œuvre; mais pour plus de rigueur on choisit des électrodes particulières *impolarisables*[1].

L'application de ces méthodes de mesure a conduit aux résultats généraux suivants :

La résistance des électrolytes *diminue* quand la température s'élève. On pourrait dire que la conductibilité croît avec la température. C'est l'inverse de ce qui a lieu pour la conductibilité des métaux[2]. Le coefficient de variation est d'ailleurs beaucoup plus grand que celui des métaux : il est de 0,0137 pour une solution aqueuse d'acide sulfurique de densité 1,10, et il atteint 0,033 pour les solutions étendues de chlorure de potassium (la résistance du cuivre varie d'environ 0,004 de sa valeur par degré centigrade).

La *conductibilité spécifique* d'une dissolution (c'est l'inverse de la résistivité) diminue avec la concentration, mais sans lui être proportionnelle[3].

Si l'on considère des dissolutions de plus en plus diluées, la conductibilité tend vers zéro, c'est-à-dire vers celle de l'eau pure. Mais si, au lieu de considérer la conductibilité spécifique, on considère une certaine conductibilité relative que nous allons définir, on arrive à des résultats très remarquables.

Soit c la conductibilité spécifique d'une dissolution déterminée, m le nombre de molécules-grammes contenues dans un litre de la dissolution, le quotient $\frac{c}{m}$ est dit la *conductibilité moléculaire*[4].

La *conductibilité moléculaire croît* quand la concentration diminue (à l'inverse de la conductibilité spécifique) et elle tend vers une limite pour des dissolutions de plus en plus diluées. On peut mettre cette isous la forme.

$$\frac{c}{m} = c_1 - f(m),$$

c_1 étant la *conductibilité moléculaire limite* et $f(m)$ étant une certaine fonction positive qui s'annule avec m.

1. Voir *Ann. de Chim. et de Phys.*, 6e série, t. 3.

2. Parmi les conducteurs solides qui conduisent à la façon des métaux, le charbon est le *seul* dont la résistance diminue avec la température. La résistance d'une lampe à incandescence à chaud est à peu près la moitié de sa résistance à froid.

3. On en excepte le cas de certaines solutions très concentrées (SO^4H^2) qui présentent un maximum de conductibilité.

4. Il est facile de voir que la conductibilité moléculaire est, à une constante près, la conductibilité d'une solution mesurée entre deux électrodes distantes de 1 centimètre et de section telle, que le volume du liquide compris entre les deux électrodes contienne une molécule-gramme.

La formule

$$\frac{c}{m} = c_1 - Am^{\frac{1}{3}}$$

traduit bien les résultats expérimentaux (Kohlrausch, Bouty). A est un coefficient qui dépend de la nature de l'électrolyte.

Si nous portons notre attention seulement sur la conductibilité moléculaire limite, on peut dire qu'*elle est du même ordre de grandeur pour la plupart des sels neutres*. Tous les auteurs sont d'accord sur ce point.

M. Bouty a formulé la loi suivante : *Les sels neutres ont tous la même conductibilité moléculaire limite*. Font exception à cette loi tous les sels qui présentent l'électrolyse anormale au point de vue du transport des ions.

L'opinion de M. Kohlrausch est toute différente. Pour lui, *la conductibilité moléculaire limite d'un électrolyte quelconque est égale à la somme des deux nombres caractéristiques de chacun de ses ions*.

Ces nombres caractéristiques des ions seraient proportionnels à leurs nombres de transport, c'est-à-dire à leurs vitesses de translation[1].

La divergence est, comme on le voit, aussi complète qu'il est possible. L'expérience n'a pu malheureusement trancher en faveur de l'une ou de l'autre des deux conclusions, en raison de l'extrême délicatesse des mesures relatives aux grandes dilutions.

Nous devons dire cependant que l'opinion de M. Kohlrausch paraît cadrer tout à fait avec un ensemble remarquable de lois, de phénomènes, qui, depuis les travaux de M. Raoult[2], ont peu à peu conduit aux idées modernes sur la constitution des dissolutions. Nous en donnerons un aperçu.

DISSOCIATION ÉLECTROLYTIQUE.

Les études cryoscopiques, tonométriques ou osmotiques faites sur des dissolutions autres que des dissolutions aqueuses ou sur les dissolutions aqueuses des matières organiques ont conduit à un certain nombre de lois générales.

Les solutions aqueuses des sels ne suivent pas ces lois. Cet énoncé n'est pas tout à fait exact, car certains cyanures rentrent dans la loi commune. Il faut dire : *Les solutions aqueuses des électrolytes ne suivent pas les lois générales*, etc.

Ainsi une solution de sucre ordinaire, contenant une molécule-

1. Voir dans l'*Éclairage électrique*, t. 4, p. 577, un exposé des travaux de Kohlrausch par M. P. Janet.

2. Voir F. M. Raoult, *Sur les progrès de la cryoscopie*. Grenoble, Breynat imprimeur, 1889.

gramme par litre, donne aux mesures cryoscopiques un abaissement du point de congélation de 1°,89. Une solution aqueuse de KCl, de même concentration moléculaire, donne un abaissement presque double de 3°,5. La même anomalie entre ces deux dissolutions se retrouve au point de vue de la pression osmotique.

Les solutions aqueuses des éthers (qui ne sont pas des électrolytes) suivent les lois générales des dissolutions.

Ces exemples, qu'on pourrait multiplier, ont conduit Arrhenius à admettre que les électrolytes sont plus ou moins complètement dissociés en leurs ions au sein de l'eau. La dissociation serait presque complète dans les solutions étendues de KCl. Il en résulte une sorte d'autonomie particulière des ions, qui, dans une dissolution électrolysable, jouiraient de propriétés en quelque sorte indépendantes et dont la somme serait l'effet total observé et mesuré par l'expérience directe. On peut traduire cela sous une forme plus saisissante en disant :

Les propriétés des dissolutions aqueuses électrolysables sont toutes des propriétés additives.

Les idées de M. Kohlrausch sur la conductibilité électrolytique rentrent absolument dans cette manière de voir.

M. Raoult a montré depuis longtemps que l'abaissement moléculaire du point de congélation des dissolutions salines est la *somme* de certains coefficients relatifs aux ions. Et ses mesures tonométriques sont venues appuyer ces premiers résultats.

Sans passer en revue les principales propriétés des dissolutions qu'on a pu ainsi analyser, comme les poids spécifiques, les indices de réfraction, les constantes capillaires, le pouvoir rotatoire, etc., nous grouperons ci-après quelques remarques.

D'après Soret, tous les nitrates métalliques, en solution aqueuse, présentent une bande d'absorption particulière dans l'ultra-violet. Cette bande paraît ainsi caractériser l'ion AzO^3. Or elle manque dans les dissolutions des éthers nitriques qui ne sont pas des électrolytes.

La chaleur de dissolution des sels dans l'eau est en général plus grande que leur chaleur de fusion.

La thermochimie apporte aussi son contingent de preuves. On sait depuis longtemps que la chaleur de neutralisation des bases par les acides (rapportée à l'équivalent chimique) est toujours très voisine de $13^{cal},7$. Dans les idées d'Arrhenius, ce fait reçoit une explication toute naturelle. Quand on mélange, par exemple, une dissolution d'acide chlorhydrique (dissocié en ses deux ions H et Cl) et une dissolution de potasse (dissociée en K et OH), il se forme du chlorure de potassium (un électrolyte dont les ions restent indépendants) et une molécule d'eau. Tout l'effet thermique se borne donc à la formation de cette molécule d'eau. La nombre de $13^{cal},7$ serait la chaleur de formation de l'eau à partir de H et de OH.

Un fait remarquable est que, si l'on opère en solution alcoolique, les chaleurs de neutralisation deviennent notablement différentes.

La chaleur de neutralisation de HCy avec la potasse est très faible

et voisine de 3 calories. Or H Cy n'est pas un électrolyte, tandis que le cyanure de potassium est un électrolyte et, dans ce cas, l'effet thermique observé résulte de la superposition de ces deux effets :

1° Décomposition de H Cy ;

2° Formation de l'eau à partir de H et OH.

On peut d'ailleurs pousser plus loin les choses et faire une sorte d'étude quantitative de la dissociation électrolytique.

Si l'on admet les idées d'Arrhenius et le mécanisme de convection qui donne lieu à la conductibilité des électrolytes, on peut dire que la conductibilité sera proportionnelle au nombre de molécules dissociées. La conductibilité moléculaire croît quand la dilution augmente jusqu'à une limite qui correspond à la dissociation complète des molécules.

Le rapport $\frac{C_v}{C_l} = \alpha$ de la conductibilité moléculaire pour une concentration de molécule-gramme pour v litres du dissolvant, à la conductibilité moléculaire limite (correspondant à une dilution infinie, mais pratiquement tôt atteinte) a été désigné sous le nom de *coefficient de dissociation.* C'est le rapport du nombre de molécules dissociées au nombre total des molécules ; il est donné directement par les mesures de conductibilité.

Dissolvons N molécules dans un certain volume du dissolvant ; le nombre des molécules dissociées sera $N\alpha$; celui des molécules non dissociées $N(1-\alpha)$, et si une molécule se dissocie en n ions, il y aura dans la liqueur

$$N(1-\alpha) + Nn\alpha$$

éléments autonomes (molécules ou ions).

Les abaissements des points de congélation, les élévations du point d'ébullition, calculés dans l'hypothèse de N molécules, devront être multipliés par le rapport

$$\frac{N(1-\alpha) + Nn\alpha}{N} = 1 + (n-1)\alpha.$$

Ce nombre concorde d'une façon singulière avec le rapport de l'abaissement de congélation observé (travaux de M. Raoult et de quelques autres expérimentateurs) avec l'abaissement calculé [1].

Il y a là sans doute plus qu'une simple coïncidence, et une hypothèse prend une haute valeur quand elle permet de grouper un vaste ensemble de faits d'expérience qui ne paraissent avoir aucun autre lien.

En acceptant les idées d'Arrhenius sur la constitution des électrolytes, on peut essayer d'approfondir la nature des phénomènes qui se produisent dans un voltamètre polarisé.

1. Voir les tableaux donnés par M. Ph.-A. Guye dans le 2e Supplément au Dictionnaire de Wurtz.

Si nous considérons un voltamètre soumis à une certaine différence de potentiels *e* plus petite que sa force contre-électromotrice, nous avons été amenés à admettre une modification à la surface des électrodes.

De quelle nature est cette modification? Elle ne saurait être d'ordre chimique, puisque, en vertu du principe de la conservation de l'énergie, il ne peut y avoir eu électrolyse.

On peut admettre ceci : Dans l'électrolyte, avant toute polarisation, les ions, déjà libres, sont répandus indifféremment dans toute la masse du liquide : les deux surfaces de séparation sont physiquement semblables. Dès qu'on soumet le voltamètre à une certaine différence de potentiels, les ions s'orientent : en regard de la cathode se développe une *couche* de l'ion électropositif; en regard de l'anode une couche semblable de l'ion électronégatif. C'est une sorte de déformation du milieu, qui consomme pour se produire une certaine énergie représentée par $\frac{1}{2} Ce^2$ (comme dans le cas des condensateurs). Cette énergie, très faible relativement à celle mise en jeu dans l'électrolyse, s'emmagasine dans le voltamètre. Dès lors les surfaces de contact ne sont plus physiquement semblables et il y a, entre les électrodes, une certaine différence de potentiels. Il n'y a pas eu encore consommation d'énergie chimique.

Si la différence de potentiels établie aux bornes du voltamètre croît jusqu'à devenir supérieure à la force contre-électromotrice, l'électrolyse commence, de l'énergie chimique est consommée; les ions se soudent en molécules, en agrégats matériels et prennent la forme et les propriétés sous lesquelles les *corps* tombent sous nos sens.

APPLICATIONS INDUSTRIELLES.

Il ne saurait entrer dans le cadre de cette étude de donner une idée même succincte de quelques applications qui ont pris rang aujourd'hui dans la grosse industrie, par exemple dans la fabrication du chlorate de potasse, dans celles du carbure de calcium, des corps durs, le raffinage électrolytique du cuivre, l'électrométallurgie de l'aluminium. Mais il convient de faire une place à part aux belles recherches de M. Moissan sur l'emploi du four électrique. Toute une chimie nouvelle est née et quelques réactions qui ne sont aujourd'hui que des curiosités scientifiques seront peut être demain le point de départ d'importantes applications.

La première réaction chimique réalisée par l'emploi de l'arc a été la belle synthèse de l'acétylène par M. Berthelot, qui marqua un progrès considérable dans l'histoire de la chimie. Il est remarquable que la fabrication de carbure de calcium et indirectement de l'acétylène est aujourd'hui une des plus grosses industries nées de l'arc.

La température de l'arc électrique est de beaucoup la plus élevée

que l'on puisse réaliser dans un laboratoire. Les expériences de M. Violle ont montré que la température du charbon positif est indépendante de l'intensité du courant, qu'on peut faire varier de 10 à 100 ampères. C'est certainement un phénomène physique, absorbant une quantité de chaleur énorme, qui limite ainsi la température de l'arc. M. Violle l'a évaluée à 3500°; le phénomène physique en question ne peut être que la volatilisation du carbone.

Pour emmagasiner et rendre plus maniable cet énorme dégagement de chaleur, on produit l'arc dans une enceinte mauvaise conductrice.

La chaux et le carbonate de chaux sont ce qui convient le mieux. On a ainsi réalisé un *four électrique.*

A la température extraordinaire produite par le four, les corps les plus réfractaires sont fondus et volatilisés en quelques instants; la thermochimie n'existe plus : presque tous les corps sont rapidement dissociés. Seuls les carbures et azotures métalliques résistent bien. Aussi peut-on les préparer facilement au four électrique.

Le carbure de calcium est le premier qui ait été obtenu. Il répond à la formule CaC^2. Soumis à l'action de l'eau froide, il donne immédiatement un abondant dégagement d'acétylène,



$$CaC^2 + 2H^2O = C^2H^2 + CaOH^2.$$

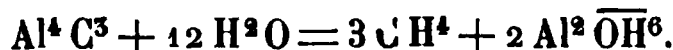
On a pu préparer, sous le nom de *carborundum*, un carbure de silicium cristallisé, répondant à la formule SiC; c'est un corps très dur, que l'on utilise pour le polissage du diamant après la taille.

M. Moissan a obtenu un borure de carbone, Bo^5C. C'est le corps le plus dur que l'on connaisse : il peut servir à la taille du diamant.

Mais les carbures métalliques sont les plus intéressants. Certaines fontes (fonte de molybdène) présentent des propriétés remarquables sur lesquelles les métallurgistes fondent de grands espoirs.

D'autres carbures décomposent l'eau comme le carbure de calcium, mais suivant d'autres réactions.

M. Moissan a obtenu un carbure d'aluminium cristallisé Al^4C^3 qui, au contact de l'eau, donne un lent dégagement de *méthane* :



$$Al^4C^3 + 12H^2O = 3CH^4 + 2Al^2\overline{OH}^6.$$

Le carbure de glucinium se comporte de même[1].

Les carbures de cérium, de lanthane, d'yttrium, qui répondent à la formule C^2M, donnent à l'eau un mélange d'acétylène et d'un peu de méthane.

Le carbure de manganèse CMn^3 donne du méthane et de l'hydrogène.

Le carbure d'uranium C^2Ur^2 est sans contredit celui qui présente la réaction la plus curieuse. Il donne, sous l'action de l'eau froide,

1. Voir Lebeau, *Comptes rendus*, t. 121, p. 496.

non seulement un mélange gazeux contenant du méthane, de l'hydrogène et de l'éthylène, mais aussi en abondance des carbures liquides et solides qui contiennent les deux tiers du carbone primitif. Les carbures de cérium et de lanthane donnent aussi, en petite quantité, des carbures liquides et solides.

Ces réactions sont extrêmement intéressantes et jettent une lumière particulière sur la question de l'origine de certains pétroles et carbures naturels.

Aux premiers âges de la Terre, alors que la température de l'ardente planète était celle de l'arc, les carbures métalliques sont les premiers corps qui aient pu se former, et notamment le carbure d'aluminium, en raison de la grande quantité d'aluminium que contient notre globe. Aux premières condensations aqueuses, c'est une production énorme de carbures d'hydrogène, dans lesquels il faut voir sans doute l'origine des pétroles et des asphaltes de la Limagne qui échappent aux explications ordinaires.

Peut-être aussi pourra-t-on expliquer le dégagement de carbures d'hydrogène qui accompagne certaines éruptions volcaniques, si l'eau joue dans ces phénomènes le grand rôle qu'on lui attribue.

TABLE ALPHABÉTIQUE

On cherchera les sels au nom du métal; par exemple, **Sulfate de chaux**, à **Calcium** (Sulfate).

B

D

E

F

T

TABLE DES MATIÈRES

CHAPITRE I. — *Documents physiques et mathématiques.*

CHAPITRE II. — *Documents relatifs à la chimie pure.*

CHAPITRE III. — *Renseignements relatifs à la chimie appliquée et à l'industrie.*

SUPPLÉMENT. — NOTICES.

36 542. — Imprimerie Lahure, rue de Fleurus, 9, à Paris.

AGENDA DU CHIMISTE

1898

RENSEIGNEMENTS COMMERCIAUX

ADRESSES UTILES

ANNONCES DIVERSES

ADRESSES UTILES

CLASSÉES

PAR ORDRE ALPHABÉTIQUE DE PROFESSIONS

ACIDE SALICYLIQUE
SALICYLATES
SALOL
ACIDE CARBONIQUE LIQUIDE
ÉTHERS SULFURIQUE et ACÉTIQUE
Terpine et Terpinol
de la Compagnie générale de Produits antiseptiques
26, *rue Bergère, Paris.*

Chapuis, *rue Greneta*, 36. (Voir page 13.)

ALAMBICS

Paul Duc (Vve). (V. page 15.)
Fel.— Boulay, succ. (V. page 18.)
Fontaine. (Voir page 19.)

ARGENT

Duplessy et Hinque, 220, *rue Saint-Martin*, Paris. – Plaques et fils de platine, d'or et d'argent. Métaux précieux pour appareils chirurgicaux et électriques. Or fin, argent vierge pour produits chimiques.

AVERTISSEUR DE FUITES

Exupère (L.), 71, *rue Turbigo*, Paris. (Voir page 17.)

BALANCES

Alvergniat. (Voir page 7.)
Paul Duc (Vve). (V. page 15.)
Fontaine. (Voir page 19.)
Poulenc Frères. (Voir p. 20.)
Ancienne Maison Rousseau, Société Centrale de Produits chimiques, 44 *et* 42, *rue des Ecoles*, Paris. Balance apériodique à lecture directe des derniers poids, système Curie, breveté s. g. d. g. (Voir page 21.)

BAROMÈTRES

Alla et Pirlot (Voir page 8.)
Alvergniat. (Voir page 7.)
Bernadot (Voir page 9.)
Paul Duc (Vve). (V. page 15.)
Fontaine (Voir 19.)
Jules Richard ✻, successeur de la Maison **Richard** frères, 8, *impasse Fessart*, Paris. (V. page 23.)

BROYEURS

Bordier (E.), ingénieur, 60, *rue de la Tour*, Paris. Concessionnaire du **Broyeur Vapart**, breveté s. g. d. g., pour la pulvérisation des phosphates, kaolins, minerais, produits chimiques, bois, écorces, etc. Concasseurs.

CHAUDRONNERIE

Déroche. (Voir page 13.)
Fel.— Boulay, succ. Fabrique de chaudronnerie en tous genres. (Voir page 18.)

CHAUFFAGE

Adnet, (Voir page 8.)

Berlemont (Voir page 9.)

Déroche. (Voir page 15.)

Paul Duc (Vve). (V. page 15.)

Fel.—Boulay, succ. Chauffage par l'eau et la vapeur. (Voir p. 18.)

Fontaine. (Voir page 19.)

Jules Richard ✻, successeur de la Maison **Richard** frères, 8, *impasse Fessart*, Paris. (V. page 23.)

Wiesnegg. Spécialité de chauffage par le gaz. (Voir page 24.)

CHLORURES OXYDES — NITRATES

Chapuis. (Voir page 13.)

Duplessy et Hinque, *rue Saint-Martin*, 220, Paris. Chlorures d'or et de platine, nitrate d'argent, oxydes divers et en général tous sels issus de métaux précieux.

DISTILLERIE
(APPAREILS POUR)

Bernadot (Voir page 9.)

Fel.—Boulay, succ. (V. p. 18.)

ÉLECTRICITÉ

Leclanché ✻ **et Ce** (Anc. M^on^ **Barbier**), seuls fabricants en France et dans les colonies des **Piles Leclanché** à vases poreux, à plaques et à cylindres agglomérés, brevetées s. g. d. g. Médailles à toutes les Exp. Univ. Chev. de la Légion d'honneur, Exposition de Bruxelles 1897. — Nouvelles piles sèches et nouveau sel excitateur pour **piles Leclanché,** brev. s. g. d. g., évitant les cristaux sur les pôles. 158, *rue Cardinet*, Paris.

Chapuis. (Voir page 13.)

Delval et Pascalis. (Voir page 14.)

Déroche. (Voir page 17.)

Paul Duc (Vve). (V. page 15.)

Fontaine. (Voir page 19.)

Radiguet (Voir page 22.)

Jules Richard ✻, successeur de la Maison **Richard** frères, 8, *impasse Fessart*, Paris. (V. page 23.)

Société Centrale de Produits chimiques (**anc^ne^ Maison Rousseau**), 44 *et* 42, *rue des Ecoles*, Paris. (Voir page 21.)

ÉPURATION des EAUX

Société d'Épuration des Eaux, Paris, 17, *rue du Louvre*. — Epuration automatique H. Desrumaux.

ENREGISTREURS

Paul Duc (Vve). (V. page 15.)

Jules Richard ✻, Ingénieur-Constructeur, successeur de la Maison **Richard** fr., 8, *impasse Fessart*, Paris. Nouveaux Enregistreurs adoptés par tous les gouvernements. Baromètres, thermomètres, hygromètres, anémomètres, pluviomètres, actinomètres, évaporomètres, psychromètres, voltmètres, ampère-mètres, manomètres, ventilateurs, avertisseurs, thermomètres pour la diffusion.

Marque



de fabrique.

Trois Grands Prix : Paris, 1889 ; Anvers 1894 ; Bordeaux, 1895. 17 Diplômes d'honneur. (Voir page 23.)

FILTRES

Philippe (Voir page 21.)

Société d'Épuration des Eaux, 17, *rue du Louvre*, Paris. — Filtres à grands débits.

GALVANOPLASTIE

Radiguet (Voir page 22.)

FORGES

Enfer et ses Fils, Forges. (Voir page 16.)

FOURS et CHEMINÉES

Déroche. (Voir page 15.)

INSTRUMENTS DE PHYSIQUE ET DE CHIMIE

Adnet (F.), 26, *rue Vauquelin, Paris*. (Voir page 8.)

Alla et Pirlot (V. page 8.)

Alvergniat. (Voir page 7.)

Berlemont. (Voir page 9.)

Bernadot. (Voir page 9.)

Billault. (Voir pages 10 et 11.)

Brewer frères. (Voir page 12.)

Chapuis. (Voir page 13.)

Delval et Pascalis. (Voir page 14.)

Paul Duc (Vve). (V. page 15.)

Fontaine. (Voir page 19.)

Raoul Neveu. — Fabricant de verrerie soufflée et graduée. Tubes spéciaux pour la recherche et la culture des bactéries. **Construction d'appareils sur commande**. *Rue des Feuillantines*, 19, à Paris.

Ancienne Maison Rousseau, Société Centrale de Produits chimiques, 44, *et* 42, *rue des Écoles*, Paris. (Voir page 21.)

Wiesnegg, P. Lequeux, succ. (Voir page 24.)

INSTRUMENTS DE PRÉCISION

Alla et Pirlot. (V. page 8.)

Alvergniat. (Voir page 7.)

Berlemont. (Voir page 9.)

Bernadot. (Voir page 9.)

Brewer frères. (Voir page 12.)

Chapuis. (Voir page 13.)

Paul Duc (Vve). (V. page 15.)

Exupère (L.). (Voir page 17.)

Fontaine. (Voir page 19.)

Girardin (E.), 7, *rue des Grands-Degrés*. Instruments de précision en verre. Thermomètres gravés sur tige pour médecins, mesures, éprouvettes, burettes, tubes gradués.

Poulenc Frères. (V. page 20.)

Jules Richard ✻, successeur de la Maison Richard frères, 8, *impasse Fessart*, Paris. Enregistreurs adoptés par l'État. (V. page 23.)

Ancienne Maison Rousseau, Société Centrale de Produits chimiques, 44 *et* 42, *rue des Écoles*, Paris. (Voir page 21.)

LABORATOIRES

Adnet, 26, *rue Vauquelin*, Paris. (Voir page 8.)

Alla et Pirlot. (V. page 8.)

Alvergniat. (Voir page 7.)

Berlemont. (Voir page 9.)

Bernadot. (Voir page 9.)

Fontaine. (Voir page 19.)

Poulenc Frères. (V. page 20.)

LABORATOIRES (FOURNITURES DE) ET VERRERIE

Alla et Pirlot. (V. p. 8.)

Alvergniat. (Voir page 7.)

Berlemont (Voir page 9.)

Bernadot. (Voir page 9.)

Billault. (Voir pages 10 et 11.)

Brewer Frères. (Voir page 12.)

Chapuis (Voir page 13.)

Paul Duc (Vve). (V. page 15.)

Exupère (L.). (Voir page 17.)

Fontaine. (Voir page 19.)
Philippe (A.). (V. page 21.)
Ancienne Maison Rousseau, Société Centrale de Produits chimiques, 44 *et* 42, *rue des Ecoles*, Paris. (Voir page 21.)
Weil (Fréd.), ingénieur des Arts et Manufactures, 13, *rue des Petites-Ecuries*, Paris Laboratoire central de chimie et de métallurgie fondé en 1852. Essais, analyses, expertises, rapports industriels, cours pratiques, etc. Médaille d'or, Exposition universelle de 1889.
Wiesnegg, P. Lequeux, succ. (Voir page 24.)

LUMIÈRE

Déroche. (Voir page 17.)
Radiguet. (Voir page 22.)

MACHINES

Jules Richard ✻, successeur de la Maison Richard frères, 8, *impasse Fessart*, Paris. (V. page 22.)

MÉTÉOROLOGIE

Alla et Pirlot. (V. page 8.)
Alvergniat. (Voir page 7.)
Paul Duc (Vve) (V. page 15.)
Fontaine. (Voir page 19.)
Wiesnegg, P. Lequeux, succ. (Voir page 24.)

MICROGRAPHIE

Alla et Pirlot. (V. page 8.)
Alvergniat. (Voir page 7.)
Berlemont. (Voir page 9.)
Bernadot. (Voir page 9.)
Paul Duc (Vve) (V. page 15.)
Poulenc Frères. (V. page 20.)

E. Cogit et Cie,
49, *boulevard St-Michel*, Paris.
Spécialité de fournitures pour la micrographie et la bactériologie. Lames porte-objets et lamelles minces de toute espèce, cellules de verre, chambres humides, nécessaires à réactifs, boîtes à préparations, instruments, verrerie, réactifs, vernis, etc., etc. Préparations microscopiques variées. — **Dépôt des microscopes Leitz**. — Microtômes Minot, Jung-Thoma, Miehe, Reichert, Recking. Médaille d'argent à l'Exposition universelle de 1889.

OPTIQUE

Chapuis. (Voir page 13.)
DUBOSCQ (Maison Jules).
Ph. Pellin ✻ ✠ 🙰 A, ingénieur des Arts et Manufactures, 21, *rue de l'Odéon*, Paris. Spectroscopes, Saccharimètres, Colorimètres.
Paul Duc (Vve). (V. page 15.)
Fontaine. (Voir page 19.)

OR

Duplessy et Hinque, 220, *rue Saint-Martin*, Paris. Plaques et fils de platine, d'or et d'argent. Métaux précieux pour appareils chirurgicaux et électriques. Or fin, argent vierge pour produits chimiques.

PHOTOGRAPHIE
(ARTICLES DE)

Bernadot. (Voir page 9).
Billault. (Voir pages 10 et 11.)
Chapuis. (Voir page 13.)
Déroche. (Voir page 17.)
Paul Duc (Vve). (V. page 15.)
Fontaine. (Voir page 19.)
Poulenc frères. (V. page 20.)
Ancienne Maison Rousseau, Société Centrale de Produits chimiques, 44 *et* 42. *rue des Ecoles*, Paris. (Voir page 21.)

PILES

Paul Duc (Vve). (V. page 15.)

Fontaine. (Voir page 19.)

Leclanché ❄ **et Cᵉ** (ancienne maison **Barbier**). Piles Leclanché. (Voir *Electricité*.)

Radiguet. (Voir page 22.)

PLATINE

Contenau et Godart fils, 7, *rue du Bouloi*, Paris. 7 méd. 1867, 2 méd. 1878. Ⓐ 1889. Fabrique d'appareils de chimie en platine.

Desmoutis (F.), **Lemaire et Cᵉ**, 56, *rue Montmartre*, Paris. **Grand Prix** Exp. Univ. Paris 1889. Affinage. Platine à tous états. Achat et vente.

Duplessy et Hinque, 220, *rue Saint-Martin*, Paris. Plaques et fils de platine, d'or et d'argent. Métaux précieux pour appareils chirurgicaux et électriques. Or fin, argent vierge pour produits chimiques.

POMPES

Dumont. Pompes à force centrifuge. (Voir page 14.)

PRODUITS CHIMIQUES et PHARMACEUTIQUES DROGUERIE

Billault. (Voir pages 10 et 11.)

Chapuis. (Voir page 13.)

Delval et **Pascalis**, 5, *rue Chapon*, Paris. (Voir page 14.)

Henri Boyer
110 *bis*, *rue Saint-Antoine*. 110 *bis*.
Potasses, soudes, savons.

Fontaine. (Voir page 19.)

Poulenc frères. (Voir page 20.)

Société Centrale de Produits chimiques (ancⁿᵉ **Maison Rousseau**), 44 *et* 42, *rue des Ecoles*, Paris. (Voir page 21.)

PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES

Moniteur scientifique. Voir page 22.)

RAYONS X

Radiguet. (Voir page 22.)

SOUFFLEURS DE VERRE

Alla et Pirlot. (V. page 8.)

Alvergniat. (Voir page 7.)

Berlemont. (Voir page 9.)

Bernadot. (Voir page 9.)

Raoul Neveu, verrerie soufflée et graduée, *rue des Feuillantines*, 19, Paris.

Ancienne Maison Rousseau, Société Centrale de Produits chimiques, 44 *et* 42, *rue des Ecoles*, Paris. (Voir page 21.)

VENTILATION

Jules Richard ❄, successeur de la Maison **Richard** frères, 8, *impasse Fessart*, Paris. (V. page 23.)

VERRERIE

Alla et Pirlot. (V. page 8.)

Alvergniat. (Voir page 7.)

Berlemont. (Voir page 9.)

Bernadot. (Voir page 9.)

Fontaine. (Voir page 19.)

Poulenc frères. (V. page 20.)

E. ADNET, Constructeur

INSTRUMENTS DE CHIMIE

BACTÉRIOLOGIE — MICROGRAPHIE

AGENT et seul dépositaire des Microscopes et Appareils CARL. ZEISS

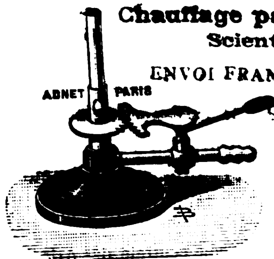
A PARIS

26, rue Vauquelin, et boulevard Saint-Michel, 38

FOURNISSEUR DES FACULTÉS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Chauffage par le Gaz pour Laboratoires
Scientifiques et industriels

ENVOI FRANCO DU CATALOGUE ILLUSTRÉ



TÉLÉPHONE 806.19

Expositions universelles. — Diplômes d'honneur, Grands prix, hors concours, membre du Jury.

ALLA & PIRLOT

Fournisseurs du Ministère de la guerre

Rue Debelleyme, 5, PARIS

Médaille d'argent	2 Médailles d'argent
Rouen 1896	Bruxelles 1897

THERMOMÈTRES, ARÉOMÈTRES, ETC.

Spécialité pour Laboratoires, Usines de produits chimiques, Distilleries, etc.

Verrerie graduée, Alcoomètres, Densimètres et Thermomètres contrôlés. — Pièces en verre soufflé d'après croquis. — Tubes en verre recuit pour Machines à vapeur.

★

PRODUITS CHIMIQUES ET PHARMACEUTIQUES
de la Maison BILLAULT (Suite)

Codéine très pure. — **Colchicine.** — **Collodion** (médicinal). — **Créosote** de bois de hêtre.

Digitaline. — **Duboisine.**

Esérine et sels. — **Ether** anesthésique. — **Fer** réduit par l'hydrogène.

Glycérine. — **Hyosciamine.** — **Hypnone.**

Iodoforme. — **Iodure** de potassium pur. — **Iodure** de sodium.

Kermès minéral Cluzel.

Magnésie calcinée, légère, sans saveur. — **Méthylal.** — **Morphine** (Chlorhydrate de).

Napelline. — **Naphtaline.** — **Naphtol** pur. — **Narcéine.** — **Nitrate de thorium** : Sels et solution pour incandescence.

Papaïne (Papayotine). — **Pepsines, Peptones, Peptonates.**

Quinquinas. — **Résorcine.**

Saccharine. — **Saccharine** pure ou mélangée avec du glucose à 2/1000. — **Salicylate** de lithine. — **Salol.** — **Sanguinarine.** — **Solanine.** — **Spartéine** (Sulfate de). — **Sulfate de quinine.**

Thymol. — **Uréthane.**

Produits chimiques pharmaceutiques. — **Produits chimiques pour parfumerie** : Eau oxygénée, Fards, Carmin, Bismuth. — **Papier platiné** pour platinotypie. Nouveau papier se développant à froid. — **Emulsion Chardon** pour photographie, le gramme, **1 fr. 50.** — Plaques et appareils photographiques de toutes marques. — **Produits chimiques** pour la photographie : Oxalate neutre de potasse ; Hydroquinone ; Acide pyrogallique, coton, éther, etc. — **Seringues** hypodermiques, en verre, pour injections. — **Balances** d'analyses, Trébuchets pour pharmacies, Bascules. — **Verrerie** graduée de Bohême. — **Porcelaine** pour chimie, de Saxe, de Berlin, Française ; Capsules ; Creusets, spatules, etc.

Chlorure de méthyle. — Le traitement par le chlorure de méthyle est un mode de réfrigération locale qui repose sur l'évaporation rapide du Chlorure de méthyle emmagasiné à l'état liquide, dans un appareil en cuivre, dont les prix sont :

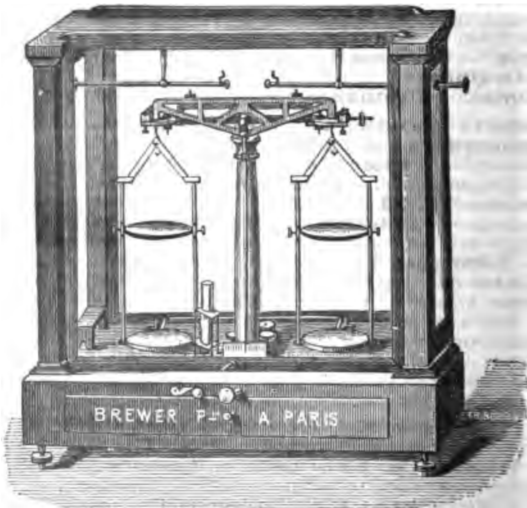
1° **Appareil de M. le Professeur Vincent**, capacité, 1 litre, avec pulvérisateur et rempli. Prix : **73** francs.

2° **Appareil de poche de M. le Professeur Vincent**, capacité, 300 gr., avec pulvérisateur et rempli. Prix : **50** francs.

3° **Nécessaire de M. le Docteur Bailly**, avec siphon, tampon, thermo-isolateur, stypes. Prix : **54** francs.

4° **Appareil réservoir à chlorure**, capacité, 5 litres, pour remplir les appareils ci-dessus, plein. Prix : **125** francs.

Le Chlorure de méthyle, employé dans *tous les hôpitaux de Paris*, a donné 9 guérisons sur 10.


BREWER
A PARIS

LIBRAIRIE HACHETTE ET Cie, A PARIS

***Deuxième supplément* au Dictionnaire de chimie pure et appliquée** de Ad. Wurtz, publié sous la direction de Ch. Friedel, membre de l'Institut (Académie des sciences), Professeur à la Faculté des sciences de Paris. En cours de publication par fascicules grand in-8 à 2 fr. — *En vente :* Les fascicules 1 à 33 (A-F).

Ancienne Maison RICHARD Frères

Jules RICHARD*, ingr-constr, succr



8, Impasse Fessart, 8 — PARIS

GRANDS PRIX AUX EXPOSITIONS UNIVERSELLES

Paris 1889 — *Anvers* 1894 — *Bordeaux* 1895

Grande médaille spéciale d'honneur de S. M. la Reine des Pays-Bas, à Amsterdam, 1895.

18 DIPLOMES D'HONNEUR

TÉLÉPHONE. — Adresse télégraphique : ENREGISTREUR-PARIS

APPAREILS DE MESURE ET DE CONTROLE

POUR LES SCIENCES ET L'INDUSTRIE

INSTRUMENTS ENREGISTREURS

Brevetés S. G. D. G.

Ces enregistreurs s'appliquent à toutes les branches de la science et de l'industrie. Par la surveillance constante et absolue qu'ils exercent sur toutes les fabrications ou opérations industrielles, ils permettent de réaliser de notables économies et leur prix d'achat est recouvré dans un bref délai.

ANÉMOMÈTRES à main, à cadran et enregistreurs.

MANOMÈTRES enregistreurs pour toute pression.

MANOMÈTRES extra-sensibles, à vide, donnant la fraction de millimètre d'eau, pour le tirage des cheminées d'usines, et à pression pour le gaz d'éclairage.

THERMOMÈTRES enregistreurs et à cadran, à tube filiforme souple et à tube rigide, résistant à la pression des chaudières, pour la brasserie, la distillerie, sucrerie, étuves, séchoirs, diffuseurs, etc., etc.

AVERTISSEURS électriques.

PYROMÈTRES simples ou enregistreurs indiquant de 0° à 2 500° centigrades.

INDICATEURS dynamométriques de **Watt** (système Richard).

DYNAMOMÈTRES de traction pour appareil de levage pour la marine, le remorquage de navires, etc.



Manomètre à pression ou vide.

CINÉMOMÈTRES

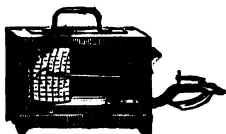
ou indicateurs de vitesse de machines

à Cadran ou Enregistreurs.

AMPÈREMÈTRES

VOLTMÈTRES

WATTMÈTRES



Thermomètre enregistreur.

Fournisseur des grandes Administrations et des principales Compagnies d'éclairage et de transmission de force par l'électricité.

Jules RICHARD, Ingénieur-Constructeur, Successeur




3 2044 079 972 006